

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA

EDUARDO NASCIMENTO SAIB

**SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS 3D COMO FERRAMENTAS DE APOIO
AO ENSINO DE FÍSICA**

VITÓRIA

2018

EDUARDO NASCIMENTO SAIB

**SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS 3D COMO FERRAMENTAS DE APOIO
AO ENSINO DE FÍSICA**

Dissertação de Mestrado apresentada
ao Programa de Pós-Graduação da
Universidade Federal do Espírito Santo,
no Curso de Mestrado Profissional em
Ensino de Física, como parte dos
requisitos necessários à obtenção do
título de Mestre em Ensino de Física.
Orientador: Prof. Dr. Thiéberson da
Silva Gomes

**VITÓRIA
2018**



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA

SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS 3D COMO FERRAMENTAS DE APOIO AO ENSINO DE FÍSICA

EDUARDO NASCIMENTO SAIB

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - Mestrado Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 12 de abril de 2018.

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Thiéberson Gomes
(Orientador PPGEFis/UFES)

Prof. Dr. Rodrigo Marques Almeida da Silva
(Membro Externo)

Prof. Dr. Rodrigo Dias Pereira
(Membro Interno PPGEFis/UFES)

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Central da Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

Saib, Eduardo Nascimento, 1980-
S132s Simulações computacionais 3D como ferramentas de apoio
ao ensino de física / Eduardo Nascimento Saib. – 2018.
117 f. : il.

Orientador: Thiéberon da Silva Gomes.
Dissertação (Mestrado em Física) – Universidade Federal do
Espírito Santo, Centro de Ciências Exatas.

1. Simulação (Computadores). 2. Imagem tridimensional. 3.
Física – Estudo e ensino. I. Gomes, Thiéberon da Silva. II.
Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências
Exatas. III. Título.

CDU: 53

DEDICATÓRIA

Dedico essa dissertação a minha esposa, Lidiany Firme Rego Saib, pelo apoio, paciência e o grande incentivo dado durante todo esse processo de estudo, e a minha filha Maria Eduarda Firme Saib que me dá força todos os dias, essas duas são minhas inspirações. Vocês duas são especiais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela ajuda nessa grande jornada acadêmica e por todos os dias da minha vida pessoal e profissional.

À minha esposa Lidiany Firme Rego Saib, pelo incentivo e compreensão pelos momentos dedicados aos estudos.

Agradeço a minha filha, Maria Eduarda Firme Saib, minha razão de viver, por cada sorriso, que aumentou minha força e dedicação nessa jornada acadêmica.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Thiéberson da Silva Gomes, pela força e incentivo que me deu para desenvolver esse trabalho. Como Isaac Newton disse, “Se eu vi mais longe foi por estar sobre ombros de gigantes”. OBRIGADO

Agradeço aos meus pais, Ricardo José Saib e Albani Nascimento Saib, por tudo que me ensinaram para conseguir chegar até aqui.

Meus agradecimentos aos professores do PPGE nFis, que agregaram um grande conhecimento na minha vida acadêmica.

Agradeço de coração aos meus alunos pela colaboração e comprometimento nesse processo.

Agradeço ao Centro de atividades Arlethe Zorzanelli Buaiz (SESI-ES Cobilândia) pelo grande apoio e incentivo para minha formação acadêmica. OBRIGADO.

“No meio da dificuldade encontra-se a oportunidade.”

Albert Einstein

RESUMO

Neste estudo é usado Simulações Computacionais 3D, com a aplicação de um Módulo Educacional para o ensino de cinemática Vetorial em uma escola privada, localizada em Cobilândia, Vila Velha, Espírito Santo, com um total de 26 alunos da primeira série do ensino médio, sendo desenvolvida no 2º semestre de 2016. Esta unidade de ensino foi elaborada com base na visualização de modelos e de processos proposto por Gilbert. Os instrumentos utilizados para análise de dados no Material Instrucional foram: os questionários, Sócio Educacional Tecnológico realizados pelos estudantes, o de conhecimentos prévio, do aplicativo de realidade aumentada, do automóvel, do canhão, do movimento de um projétil, o questionário final e a avaliação do Material Instrucional. Para análise de dados adotou-se um enfoque qualitativo das atividades. A análise qualitativa das atividades do questionário prévio e final mostrou uma melhora no desempenho dos estudantes no ensino de cinemática vetorial através das aplicações das simulações computacionais 3D. Os resultados obtidos nos questionários de avaliação do Material Instrucional, indicaram que o uso de ferramentas computacionais é uma proposta adequada para o estudo de Vetores. Essa ferramenta ilustra dinamicamente os fenômenos que foram discutidos no Material Instrucional permitindo um melhor entendimento no conceito abordado no Material Instrucional.

Palavras-chave: Simulação Computacional 3D, Visualização de modelos e processos, Módulo Educacional.

ABSTRACT

In this study 3D Computer Simulation is used, with the application of an Educational Module for the teaching of Vector kinematics in a private school, located in Cobilândia, Vila Velha, Espírito Santo, with a total of 26 students from the first grade of high school. developed in the second half of 2016. This teaching unit was elaborated based on the visualization of models and processes proposed by Gilbert. The instruments used for data analysis in the Instructional Material were: the questionnaires, Technological Educational Partner conducted by the students, the previous knowledge, the augmented reality application, the car, the cannon, the movement of a projectile, the final questionnaire and the evaluation of Instructional Material. For data analysis a qualitative approach of the activities was adopted. The qualitative analysis of the activities of the previous and final questionnaire showed an improvement in students' performance in the teaching of vector kinematics through the applications of 3D computational simulations. The results obtained in the questionnaires of evaluation of Instructional Material indicated that the use of computational tools is an adequate proposal for the study of Vectors. This tool dynamically illustrates the phenomena that were discussed in Instructional Material allowing for a better understanding of the concept addressed in Instructional Material.

Keywords: 3D Computational Simulation, Visualization of models and processes, Educational Module.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Qr Code com o endereço do App para download	29
Figura 2- Marcadores do aplicativo Intro MEcVectorsAR.....	30
Figura 3: Aplicativo de Realidade Aumentada ARVectors3D	30
Figura 4: Simulador do MecVectors3D - Car.....	31
Figura 5: Cenário do simulador CannonLauncher3D na Terra.....	32
Figura 6: Cenário do simulador CannonLauncher3D na Lua.	32
Figura 7- Categorização Atual da Taxonomia de Bloom Fonte: Matriz especificação do Sesi-ES. Acesso em 10/08/2017	33
Figura 8- Nível de complexidade das questões na categoria da Taxonomia de Bloom Fonte: Matriz especificação do Sesi-ES. Acesso em 10/08/2017	34
Figura 9: Kit de marcadores do aplicativo ARVectors3D.....	36
Figura 10: Alunos interagindo com os marcadores do aplicativo ARVectors3D.....	36
Figura 11: Alunos interagindo com o simulador MecVectors3D – Car	37
Figura 12: Aluno interagindo com o simulador CannonLaucher3D	38
Figura 13: Resposta de alguns alunos da questão 11 do questionário Sócio Educatonal Tecnológico	44
Figura 14: Excertos da questão 13 do questionário Sócio Educacional Tecnológico	46
Figura 15: Resposta de alguns alunos para questão 14 do questionário sócio- educacional-tecnológico	47
Figura 16: Gráfico de resultados do questionário pré atividades computacionais	48
Figura 17: Gráfico de atividade do aplicativo ARVectors3D.....	49
Figura 18 – Respostas de nível B dos alunos nas questões do questionário do aplicativo ARVectors3D.....	51
Figura 19: Gráfico da Atividade do Simulador MecVectors3D - Car.....	52
Figura 20: Excertos de respostas de nível B dos questionários relacionados à atividade MecVectors3D - Car.....	53
Figura 21: Gráfico de Atividade do Simulador Cannon Launcher3D	54
Figura 22: Repostas do questionário do CannonLaucher3D.....	55
Figura 23: Gráfico do Questionário conceitual de cinemática Vetorial após a aplicação das simulações Computacionais 3D	56
Figura 24 – Comparação dos resultados nos questionários Pré e Pós atividades computacionais	57
Figura 25: Gráfico para demonstrar a satisfação do uso da simulação.....	58

Figura 26: Questão 1 do questionário de opinião.....	59
Figura 27: Questão 2 do questionário de opinião.....	60
Figura 28: Questão 3 do questionário de opinião.....	60
Figura 29: Questão 4 do questionário de opinião.....	61
Figura 30: Questão 5 do questionário de opinião.....	61

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Categorização de níveis de letramento científico	28
Quadro 2: Dimensão do processo cognitivo na Taxionomia revisada de Bloom	33
Quadro 3: Descritores trabalhados nas aulas teóricas de cinemática Vetorial	34
Quadro 4: Descritores das questões do questionário PRÉ atividades computacionais	35
Quadro 5: Descritores do questionário da atividade com o aplicativo ARVectors3D.....	38
Quadro 6: Descritores do questionário da atividade com o simulador MecVectors3D - Car.....	39
Quadro 7: Descritores do questionário da atividade com o simulador CannonLaucher3D	40
Quadro 8: Descritores das questões do questionário conceitual.....	41
Quadro 9: Cronograma de atividades	42
Quadro 10: Resultado do questionário sócio-educacional-tecnológico	45

Lista de Abreviaturas e Siglas

PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais

SESI - Serviço Social da Indústria

TIC - Tecnologias da informação e comunicação

Sumário

1. INTRODUÇÃO	16
1.1 TRAJETÓRIA DO DOCENTE.....	16
1.2 CONTEXTO DE ESTUDO	16
1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA	17
1.3.1 OBJETIVO GERAL	17
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
1.4 JUSTIFICATIVA	18
1.5 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO.....	18
2. REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1 O USO DE COMPUTADORES NA EDUCAÇÃO	20
2.2 MODELOS NO ENSINO DE FÍSICA.....	23
2.3 SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS NO ENSINO DE FÍSICA.....	24
3. DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO	27
3.1 LOCAL DA PESQUISA E CONTEXTO DE ESTUDOS	27
3.2 COLETA DE DADOS.....	27
3.3 DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO DO MATERIAL INSTRUCIONAL	29
3.3.1 RECURSOS COMPUTACIONAIS UTILIZADOS.....	29
3.3.2. SEQUENCIA DE ATIVIDADES.....	32
4. ANÁLISE DE DADOS	43
4.1 QUESTIONÁRIO SÓCIO EDUCACIONAL TECNOLÓGICO.....	43
4.2 QUESTIONÁRIO PRÉ ATIVIDADES COMPUTACIONAIS	47
4.3 QUESTIONÁRIO DA ATIVIDADE COM O APLICATIVO ARVECTORS3D	49
4.4 QUESTIONÁRIO DA ATIVIDADE COM O SIMULADOR MECVECTORS3D - CAR	51
4.5 QUESTIONÁRIO DO SIMULADOR CANNONLAUNCHER3D	54
4.6 QUESTIONÁRIO FINAL	55
4.6.1 OPINIÃO DOS ESTUDANTES SOBRE O USO DE SIMULADORES	58
4.7 AVALIAÇÃO DO MATERIAL INSTRUCIONAL.....	59
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
6. REFERÊNCIAS.....	65
APÊNDICE A - Questionário Sócio Educacional Tecnológico.....	69
APÊNDICE B – Questionário PRÉ atividades computacionais de Vetores do Material Instrucional.	70
APÊNDICE C – Questionário e tutorial do Aplicativo de Realidade Aumentada IntroVectorsAR.....	74

APÊNDICE D - Questionário e tutorial do simulador MecVectors3D - Car.	78
APÊNDICE E - Questionário e tutorial do Simulador CannonLauncher3D.	89
APÊNDICE F – Questionário Conceitual de Vetores do Material Instrucional.	96
APÊNDICE G - Questionário de opinião do Material Instrucional.	100
APÊNDICE H- Termo de consentimento de menores de 18 anos	101
APÊNDICE I- Material do professor	102

1. INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta a trajetória docente, o contexto de estudo da pesquisa, a justificativa e a estrutura da dissertação.

1.1 TRAJETÓRIA DO DOCENTE

A minha primeira experiência como docente foi em 2003 e ocorreu na escola EEEFM Dr. Afonso Schwab em Cariacica, quando ainda cursava Ciências da Computação na Faculdades Integradas Espírito-Santenses, lecionava física no turno noturno. Ao passar do tempo, tranquei a faculdade de Ciências da Computação, pois havia passado em Física na Universidade Federal do Espírito Santo. Continuei lecionando, agora cursando a graduação em licenciatura em física.

Em 2013 quando passei atuar em escolas particulares, comecei a perceber a falta de interesse de alguns alunos pela disciplina de física.

Quando ingressei no programa de Pós-graduação em Ensino de Física, comecei a perceber várias metodologias que podiam melhorar o ensino de física. Em 2016 começamos a estudar como o uso de simulações computacionais poderiam melhorar e estimular os estudantes no contexto de ensino de física.

1.2 CONTEXTO DE ESTUDO

O contexto onde esse trabalho está inserido é o de mudanças no processo tradicional de ensino. Especificamente para o ensino de física, observa-se uma ênfase na resolução de exercícios dos livros didáticos em suas metodologias de ensino. Nos PCNs vemos que:

“Muitas vezes o ensino de Física inclui a resolução de inúmeros problemas, onde o desafio central para o aluno consiste em identificar qual fórmula deve ser utilizada. Esse tipo de questão, que exige,

sobretudo, memorização, perde sentido se desejamos desenvolver outras competências." (Brasil, 2006)

Corroborando com este entendimento, McDermott (1993) afirma:

"O critério mais utilizado no ensino de Física como uma medida do domínio de um conteúdo é o desempenho em problemas padrão quantitativos. Como as notas finais nas disciplinas atestam, muitos estudantes que concluem um curso introdutório típico podem resolver satisfatoriamente esses problemas. No entanto, eles frequentemente são dependentes de fórmulas memorizadas e não desenvolvem uma compreensão funcional da física, isto é, a habilidade de fazer o raciocínio necessário para aplicar os conceitos e os princípios físicos apropriados em situações não encontradas previamente." (McDermott, 1993, p. 295)

1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA

1.3.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver atividades que permitam a integração simulações computacionais 3D na abordagem de conceitos relacionados ao movimento dos corpos.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- I. Desenvolver Materiais Instrucionais para a abordagem do conteúdo de Vetores utilizando simulações computacionais em 3D;
- II. Desenvolver uma sequência de aulas que possibilite a integração dos materiais desenvolvidos;
- III. Aplicar a sequência de aulas na turma da primeira série do Ensino Médio;
- IV. Coletar os dados provenientes dos questionários e do diário de bordo do professor;

- V. Analisar os dados e verificar a aceitação dos alunos em relação a este tipo de atividade;
- VI. Verificar se houve alguma evolução no desempenho dos estudantes durante a aplicação do material;

1.4 JUSTIFICATIVA

Leciono física na escola particular Centro de Atividades Arlethe Zorzanelli Buaiz - SESI COBILÂNDIA em Vila Velha, nessa unidade de ensino os alunos possuem um programa da rede de educação SESI-ES para o ensino médio chamado EBEP-Educação Básico do SESI-DR/ES articulado com a Educação Profissional do SENAI-DR-ES. Percebi como professor de física do SESI, que o conteúdo de cinemática vetorial é de extrema importância para o ensino técnico. Alguns alunos na segunda série do ensino médio, apresentavam dificuldades em cinemática vetorial ao cursarem disciplinas que tinham como pré-requisito o conteúdo de vetores. Para tentar reduzir as dificuldades dos estudantes, decidiu-se por investigar a possibilidade de utilização de simulações computacionais 3D sobre o conteúdo de vetores.

1.5 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

O presente capítulo tem finalidade de situar o contexto da pesquisa, mostra os objetivos e relatar sua justificativa.

No capítulo 2, Referencial Teórico, é levantado o referencial teórico das simulações computacionais 3D, metodologias aplicadas nesse contexto.

No capítulo 3, Desenvolvimento Metodológico, descreve como foi feito o estudo da aplicação do Material Instrucional, abordando os sujeitos da pesquisa e o local do estudo e seus momentos de aplicação.

No capítulo 4, Análise de Dados, apresenta os resultados e a análise qualitativa dos dados a aplicação do Material Instrucional no contexto de ensino de física.

No capítulo 5, Considerações Finais, são apresentados alguns comentários acerca dos resultados obtidos nesse estudo.

O apêndice A mostra o questionário Sócio Educacional Tecnológico, os apêndices B, C, D, E e F constituem o Material Instrucional desse estudo, o apêndice G apresenta o questionário de avaliação do Material Instrucional e o apêndice H disponibiliza o termo de consentimento de menores de 18 anos, já que esse estudo foi feito com alunos menores de idade. No Apêndice I, para auxiliar os professores, estão disponíveis os questionários desenvolvidos para as atividades, mas com a indicação dos descritores associados.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A Física é uma área de conhecimento fascinante que nos ajuda a entender o mundo ao nosso redor, possibilitando avanços tecnológicos nas mais diversas áreas, desde a medicina até o entretenimento. No entanto, como Componente Curricular, os estudos de Física caminham, geralmente, numa perspectiva pouco atrativa para o aluno.

O primeiro contato do aluno com o estudo dos fenômenos físicos acontece no 9º ano do Ensino Fundamental. Nessa fase, a abordagem não é feita por um professor Licenciado em Física, sendo na maioria das vezes, eivada de concepções alternativas. Ao chegar ao Ensino Médio, os alunos, além de apresentarem fragilidade conceitual, passam a ter contato com o ensino tradicional de Física, na qual predomina a memorização de fórmulas e a execução de cálculos.

Para contornar esses problemas é necessário desenvolver abordagens metodológicas que promovam um maior envolvimento dos estudantes, tais como, experimentos em sala de aula, vídeos, visitas a museus de ciências e aplicações de simulações computacionais.

2.1 O USO DE COMPUTADORES NA EDUCAÇÃO

A versatilidade dos computadores os torna ferramentas tentadoras quando se pensa em inovação de metodologias educacionais. Com os computadores é possível buscar informações de forma ágil, acessar e produzir materiais em diversas mídias (vídeo, áudio, textos), jogar games com finalidades educacionais, entre muitas outras possibilidades. Além disso, atualmente o uso dos computadores podem estar ao alcance da mão com o advento dos smartphones que podem ser comparados a minicomputadores pessoais e, ainda, equipado com sensores. Além disso, a justificativa mais frequente do uso de computadores no contexto do ensino, é tornar a tarefa de aprender mais atraente e motivadora. Almeida (1998) afirma que:

O problema está em como estimular os jovens a buscar novas formas de pensar, de procurar e de selecionar informações, de construir seu jeito próprio de trabalhar com o conhecimento e de reconstruí-lo

continuamente, atribuindo-lhe novos significados, ditados por seus interesses e necessidade. Como despertar-lhes o prazer e as habilidades da escrita, a curiosidade para buscar dados, trocar informações, atizar-lhes o desejo de enriquecer seu diálogo com o conhecimento sobre outras culturas e pessoas, de construir peças gráficas, de visitar museus, de olhar o mundo além das paredes de sua escola, de seu bairro ou de seu país (ALMEIDA, 1998).

Também Tajra (2000) destaca a característica de interatividade proporcionada pelo computador e seu potencial de se tornar um instrumento que facilite a aprendizagem individualizada, focada nas habilidades inerentes de cada indivíduo.

A importância da utilização da tecnologia computacional na área educacional é indiscutível e necessária, seja no sentido pedagógico, seja no sentido social. Não cabe mais à escola preparar o aluno apenas nas habilidades de linguística e lógico-matemática, apresentar o conhecimento dividido em partes, fazer do professor o grande detentor de todo o conhecimento e valorizar apenas a memorização. Hoje, com o novo conceito de inteligência, em que podemos desenvolver as pessoas em suas diversas habilidades, o computador aparece num momento bastante oportuno, inclusive para facilitar o desenvolvimento dessas habilidades – lógico-matemática, linguística, interpessoal, intrapessoal, espacial, musical, corpo-cenestésica, naturista e pictórica (TAJRA, 2000).

No entanto, a utilização de computadores no contexto educacional não deve ser realizada inadvertidamente como se a ferramenta computacional fosse autossuficiente para levar estudantes a aprenderem os conteúdos. A integração dos computadores, com todas as suas potencialidades, deve sempre ser planejada levando-se em conta as peculiaridades do público alvo, da ferramenta escolhida e do conteúdo a ser abordado. Apesar de todos os benefícios que possa proporcionar o uso dos computadores no contexto educacional, é preciso estar atento ao fato de que, em uma turma escolar, os alunos podem apresentar uma diversidade de competências relacionadas tanto a domínios de

conhecimento como à forma de aprender. Em relação à forma de aprender, existem estudantes que aprendem sozinhos e estudantes que necessitam de um professor. Nos dois casos o uso do computador pode potencializar o processo de aprendizagem do aluno, mas no segundo caso o professor passa a ter uma função importante e crítica, pois será o responsável por realizar a ponte entre o conteúdo e esta classe de estudantes, através do uso dos computadores.

Em relação às ferramentas computacionais, Nascimento (2007) lista alguns softwares usados no contexto educacional, tais como:

- Jogos: softwares de entretenimento que apresentam grande interatividade e recursos de programação sofisticados, podendo ser utilizados para ministrar aulas mais divertidas e atraentes. Ao contrário do que possa parecer, os jogos podem, sim, ser utilizados com finalidades educativas e com muita eficiência. Existe, hoje, uma infinidade de jogos matemáticos, de raciocínio lógico, leitura e escrita, entre outros, que, de forma lúdica, auxiliam o processo ensino aprendizagem. Podem ser empregados desde a educação infantil.
- Simulações: são exemplos desse tipo de programa os simuladores de voo, os gerenciadores de cidades, de hospitais e de safáris. Os softwares simuladores são considerados recursos significativos para o aprendizado e atrativos, tanto para os alunos, quanto para os professores, pois apresentam, em seus exercícios, atividades que simulam a realidade em estreita verossimilhança. Esses softwares ajudam a estabelecer a comunicação entre a teoria e a prática.

No presente trabalho, foram utilizadas 2 simulações computacionais e um aplicativo para mostrar, na tela do dispositivo móvel, os vetores posição de objetos específicos. Este aplicativo foi desenvolvido com uma técnica chamada de Realidade Aumentada que consiste em incluir, virtualmente, elementos à imagem capturada pela câmera do computador. Tal processo é realizado através da identificação, pelo software, de marcadores preestabelecidos e associados a objetos 3D dentro da aplicação. Ou seja, a câmera captura uma cena, o software busca na cena a presença de marcadores e inclui, na tela do computador, os objetos associados (KINER e KINER, 2008).

Como este estudo investiga a integração de modelos computacionais em 3D no contexto do ensino de física, para esclarecer a importância da utilização destas ferramentas neste contexto, as próximas sessões tratarão de abordar o uso de modelos no estudo de fenômenos físicos

2.2 MODELOS NO ENSINO DE FÍSICA

O estudo dos fenômenos físicos tem como fonte primária a natureza, o mundo ao nosso redor. Para estudar estes fenômenos, cientistas lançam mão de ferramentas úteis para o tratamento do fenômeno e de alguma forma poder explicá-los. A Física utiliza a matemática como principal ferramenta de modelagem e através dela constrói modelos que permitem realizar previsões de comportamento dos sistemas em estudo.

No entanto, modelos matemáticos parecem não atrair a atenção dos estudantes para a beleza dos fenômenos escondida por trás das fórmulas e equações. Gilbert (2005) aponta a visualização de modelos e de processos da natureza como um dos mecanismos de investigação utilizados pela ciência e deve ser aproveitada no contexto educacional. Através de simulações computacionais, podem ser visualizados fenômenos do cotidiano, como o movimento dos corpos a baixas velocidades, e também fenômenos e sistemas não acessíveis ordinariamente, tais como a contração espacial em velocidades relativísticas. Além disso, as simulações computacionais podem mostrar aspectos do modelo de um fenômeno que, na realidade, fazem parte do modelo matemático daquele fenômeno, como é o caso dos vetores associados ao movimento dos corpos.

“Um modelo de um sistema-alvo (aquilo que se quer representar) é produzido a partir de uma fonte (algum objeto, evento ou ideia) por meio de metáforas, nas quais o alvo é visto, ainda que inicialmente e por pouco tempo, como sendo similar à fonte”. Gilbert e Boulter (1998), p16.

Para o autor, a visualização de fenômenos, seja através de imagens estáticas ou através de vídeos, proporcionam ao estudante uma gama de informações que o auxiliam a desenvolver, em sua estrutura cognitiva, modelos sobre o fenômeno abordado. Gilbert afirma, ainda, que:

"Modelos podem funcionar como uma ponte entre a teoria científica e o mundo-como-experimentado ("realidade") de duas formas. Eles podem ser esboços simplificados da realidade-como-observada (fenômenos exemplo), produzidos como objetivos específicos aos quais as abstrações da teoria são então aplicadas. Eles também podem ser idealizações de uma realidade-como-imaginada, baseadas nas abstrações da teoria, produzidas de forma tal que possam ser feitas comparações com a realidade-como-observada, e, desta forma, usadas para tornar visíveis abstrações e crucialmente fornecer base para previsões sobre fenômenos e suas explicações científicas". [Gilbert, 2005] (p.11)

Para o Gilbert (2005) a visualização de fenômenos pode proporcionar um confronto entre as concepções dos alunos, baseadas no senso comum, e o conhecimento científico, de forma que o estudante possa confirmar algumas concepções ou, ainda, verificar que algumas de suas concepções sobre o fenômeno não estariam de acordo com o consenso científico. Em relação à afirmação do autor de que modelos podem tornar visíveis conceitos abstratos relacionados aos fenômenos estudados, os limites que as simulações computacionais gráficas impõem são muito amplos, o que possibilita abordar diferentes aspectos dos fenômenos, tais como os vetores relacionados aos movimentos dos corpos.

A visualização de fenômenos através de simulações computacionais pode ser feita nas modalidades 2D, na qual as simulações ocorrem no plano, ou em 3D, na qual as simulações ocorrem no espaço tridimensional. Dentre as inúmeras vantagens da modalidade 3D sobre a 2D, é a possibilidade de visualizar os modelos dos mais variados ângulos de visão. Outra vantagem é a possibilidade de tornar o modelo altamente realístico, combinando texturas, objetos 3D e técnicas de iluminação.

2.3 SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS NO ENSINO DE FÍSICA

Muitas vezes, os modelos matemáticos não são suficientes para explicar os fenômenos desejados e, dessa forma, os modelos computacionais passam a realizar um papel importante na investigação dos fenômenos. Com a evolução da computação gráfica, os modelos computacionais, que anteriormente geravam

apenas planilhas de dados, passaram a permitir a visualização dos fenômenos na tela do computador e em tempo real de simulação. Tal possibilidade torna-se uma ferramenta poderosa no contexto educacional, pois permite que estudantes, dentro da sala de aula, possam visualizar modelos de fenômenos que estejam sendo abordados pelo professor.

Além de permitir a visualização de fenômenos, modelos computacionais podem ser simulados diversas vezes com variação de parâmetros a cada simulação, possibilitando o teste de diversas situações relacionadas ao fenômeno.

Sobre isso, LAPA (2008) afirma que:

“ tal importância dos simuladores na pesquisa sobre o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação no ensino de Física, se fundamenta no fato das leis naturais serem expressas por modelos teóricos. Tais princípios quando reproduzidos no computador, dão ao estudante a possibilidade de intervenção nesses modelos. Com isso as ações dos aprendizes ultrapassam a posição de meros expectadores, colocando-os no papel de construtores e testadores de hipóteses” (LAPA, 2008, p. 28).

Por isso, a integração de TICs (Tecnologias da Informação e Comunicação) no contexto educacional tem sido o foco de diversos estudos nos diferentes níveis de escolaridade e em diferentes partes do mundo. No Brasil os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN's - orientam para a adequação dos currículos à realidade contemporânea e aos avanços tecnológicos, afirmando “*o uso do computador no ensino é particularmente importante nos dias de hoje*” (PCN+, 2002; p 148) sem, no entanto, apontar diretrizes claras para essa adequação.

Assim apesar de os PCN's não serem claros sobre qual a direção a ser seguida, eles apontam para a necessidade da adequação desses ao currículo:

“Também deve ser estimulado o uso adequado dos meios tecnológicos, como máquinas de calcular, ou das diversas ferramentas propiciadas pelos microcomputadores, especialmente editores de texto e planilhas. ” (PCN+, 2002, p.112).

As simulações computacionais em 3D estão inseridas no contexto das TICs, e podem ser utilizadas no contexto educacional para diversos objetivos, entre eles a visualização de fenômenos com o foco na aprendizagem. Lembrando que, quando as TICs são utilizadas como ferramentas de apoio à aprendizagem de conceitos Físicos, é necessário que as atividades sejam devidamente planejadas, caso contrário o objetivo da aprendizagem não será atingido, tornando-se uma atividade com o fim na tecnologia.

Assim, para realizar a integração das simulações escolhidas para este estudo, foram desenvolvidos materiais instrucionais com o objetivo de conduzir os estudantes nas atividades com os simuladores. A junção do material instrucional com a respectiva simulação computacional será chamada de Módulo Educacional.

3. DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO

Este capítulo apresenta os aspectos metodológicos envolvidos na aplicação e investigação do material instrucional desenvolvido.

3.1 LOCAL DA PESQUISA E CONTEXTO DE ESTUDOS

A investigação foi realizada na instituição privada de Educação Básica Centro de Atividades Arlethe Zorzanelli Buaiz - SESI COBILÂNDIA, localizada no Bairro Cobilândia em Vila Velha -ES, tendo sua aplicação em uma turma da 1ª série do ensino médio com 26 alunos. A equipe pedagógica da escola forneceu todo o apoio necessário para que fosse realizado a pesquisa.

3.2 COLETA DE DADOS

Para analisar e validar a aplicação do Módulo Educacional desenvolvido foram realizadas coletas de dados provenientes de questionários abertos e fechados, além das anotações do professor a partir de suas observações e experiências durante a aplicação do Módulo Educacional.

Os questionários utilizados nesta investigação são caracterizados de acordo com sua função específica:

1. Questionário sócio-educacional-tecnológico

Constituído de questões fechadas e abertas, com o objetivo de levantar algumas informações sobre o nível de conhecimento e habilidades dos alunos em relação ao uso de TICs. Suas questões estavam relacionadas ao local de acesso à internet, velocidade de acesso, uso de redes sociais, jogos eletrônicos e simulações computacionais.

2. Questionário sobre vetores

Após a apresentação do conteúdo de vetores, este questionário foi aplicado aos alunos, constituído de questões abertas, com o objetivo de realizar um levantamento dos conhecimentos dos estudantes sobre conceitos relacionados a vetores;

3. Questionários avaliativos sobre o conteúdo abordado nas atividades

Foram aplicados questionários como forma de mapear a evolução dos estudantes em relação aos conceitos abordados no ensino de cinemática

vetorial. Possuíam questões sobre a física abordada em cada uma das atividades com as simulações computacionais

4. Questionário Likert de opinião dos alunos

Foi aplicado ao final da investigação para avaliar a opinião dos estudantes acerca do Módulo Educacional e contou com cinco respostas possíveis: discordo plenamente, discordo parcialmente, não concordo nem discordo, concordo parcialmente e concordo plenamente.

A análise dos dados foi predominantemente qualitativa, com alguns resultados quantitativos. Tal escolha deveu-se ao fato de que, para este estudo, a análise qualitativa permitia compreender e interpretar com mais abrangência os comportamentos apresentados pelos estudantes na interação com o Módulo Educacional e ainda relacioná-los com as respostas dos questionários para analisar o desempenho do aluno nas questões. Para realizar a análise do número de acertos e erros presentes nas repostas obtidas dos questionários das atividades com simulações computacionais 3D, foi feita uma adaptação do modelo proposto por Teixeira (2007) relativo a níveis de letramento científico, resultando na classificação apresentada no Quadro 1.

Quadro 1: Categorização de níveis de letramento científico

Categoria	Características das respostas
A	<ul style="list-style-type: none"> • Identificou o conceito físico correto referente a situação aplicada; • Descreveu de maneira clara como o conceito físico se associa com o fenômeno observado.
B	<ul style="list-style-type: none"> • Identificou o conceito físico correto referente a situação aplicada; • Trouxe concepções alternativas referentes ao conceito físico aplicado ao fenômeno observado.
C	<ul style="list-style-type: none"> • Não identificou o conceito físico correto referente a situação aplicada; • Fez conjecturas sobre a aplicação do conceito (errado) aplicado ao fenômeno observado; • Entregou a questão em branco.

3.3 DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO DO MATERIAL INSTRUCIONAL

Iniciou-se o estudo com a aplicação do questionário sócio-educacional-tecnológico que buscava esclarecer o nível de aptidão do estudante em relação ao uso de TICs. Além disso, o questionário permitiu verificar se os alunos possuíam dispositivos móveis com acesso à internet e qual o sistema operacional do mesmo, para verificar a viabilidade de aplicar um dos simuladores constituintes do Módulo Educacional, no caso o aplicativo de realidade aumentada. Os resultados deste questionário revelaram que a turma escolhida possuía os requisitos necessários para aplicação do Módulo Educacional, inclusive a atividade que utilizava o aplicativo de realidade aumentada.

Todos os responsáveis pelos alunos assinaram o termo de consentimento e esclarecimento para o uso de imagem e dados obtidos nesse estudo, mediante do total sigilo da identidade dos alunos.

3.3.1 RECURSOS COMPUTACIONAIS UTILIZADOS

Para a realização deste estudo que tem o objetivo de desenvolver um Módulo Educacional que permita a integração de simulações computacionais 3D no contexto do ensino de mecânica, foram selecionados os três recursos computacionais a seguir:

Aplicativo ARVectors3D

Um aplicativo de realidade aumentada, desenvolvido para a plataforma Android, que possibilita a visualização de vetores posição em relação a um referencial tridimensional. O aplicativo ARVectors3D é disponibilizado através de um link, o download pode ser feito através da leitura do QRcode mostrado na Figura 1.



Figura 1: Qr Code com o endereço do App para download

O aplicativo reconhece quatro marcadores básicos, sendo que um deles cria o sistema de referências e os outros três criam objetos virtuais dos quais o vetor posição será mostrado através da realidade aumentada. O aplicativo permite, ainda, visualizar as componentes XYZ dos vetores posição dos objetos. Para a utilização deste aplicativo na investigação, cada aluno participante recebeu um Kit com quatro marcadores, conforme mostra a Figura 2. A Figura 3 mostra uma captura da tela do smartphone executando o aplicativo ARVectors3D.

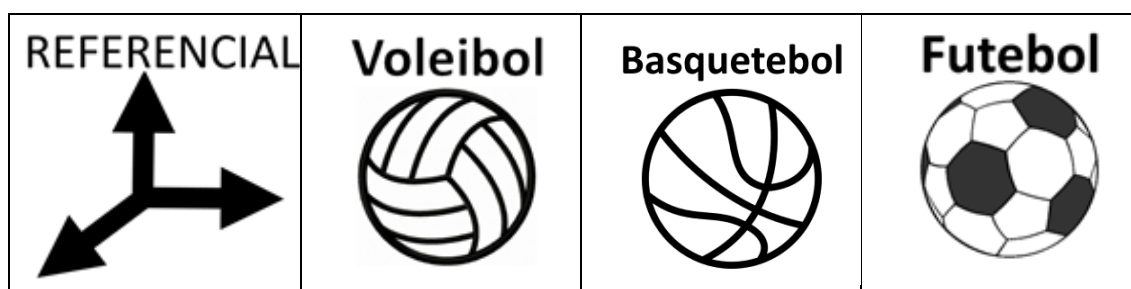


Figura 2- Marcadores do aplicativo Intro MEcVectorsAR

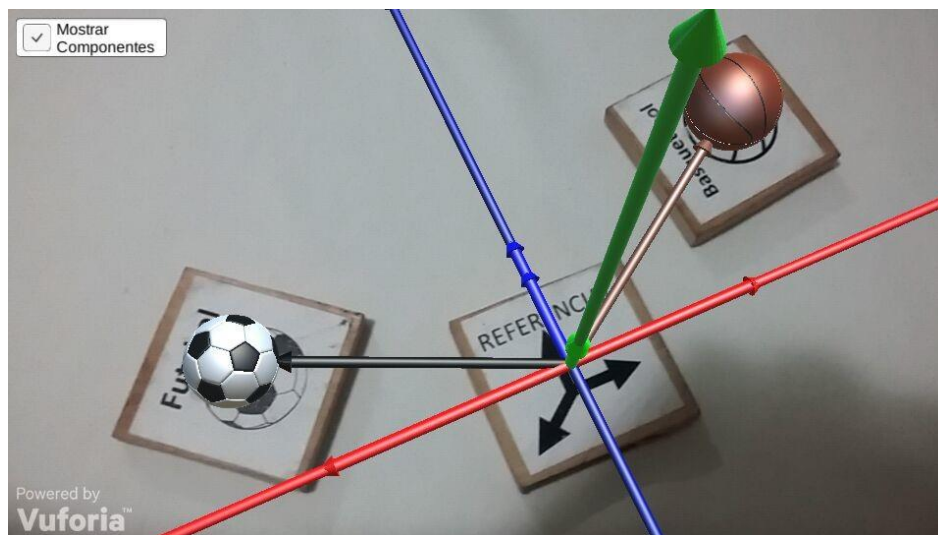


Figura 3: Aplicativo de Realidade Aumentada ARVectors3D

Simulador MecVectors3D - Car

Este simulador é um software desenvolvido para a plataforma Windows e apresenta um veículo Dodge Viper que pode ser controlado pelos estudantes via

teclado do computador. Este simulador permite visualizar os vetores Posição, Posição Inicial, Deslocamento, Velocidade Instantânea e Aceleração, além de suas respectivas componentes. A Figura 4 mostra uma captura deste simulador sendo utilizado. Este simulador possui um cenário com diversos objetos com os quais o estudante pode o automóvel a interagir: rampas, loops e uma semiesfera oca.

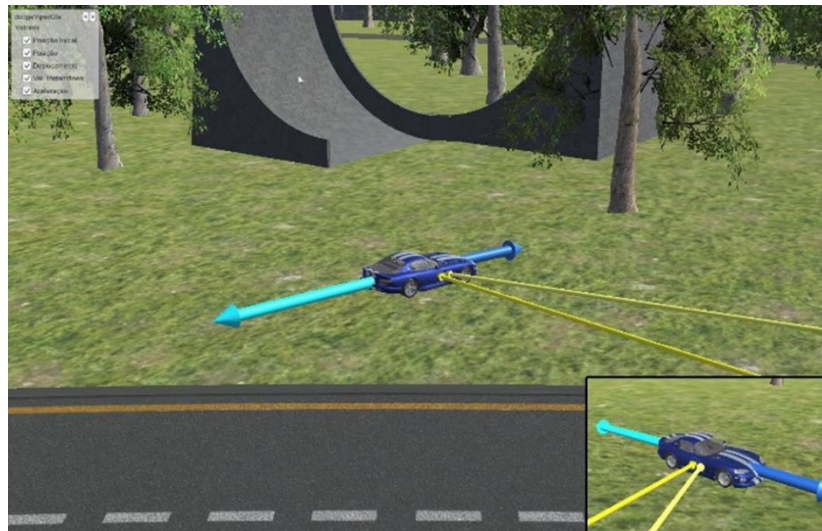


Figura 4: Simulador do MecVectors3D - Car

Simulador CannonLauncher3D

Constituído, inicialmente, de um canhão localizado na superfície terrestre em frente a uma parede de caixas, como mostra a Figura 5. Com o canhão é possível lançar esferas em velocidades e direções escolhidas pelo usuário, inclusive derrubando a parede. Nele é possível visualizar o vetor velocidade instantânea do projétil e suas componentes XYZ durante o movimento. A trajetória parabólica é desenhada por um rastro de fumaça deixado pelo projétil, como pode ser verificado na Figura 5. Além do cenário da terra, é possível escolher um cenário lunar para verificar a influência da força da gravidade no movimento dos projéteis, como mostra a Figura 6.

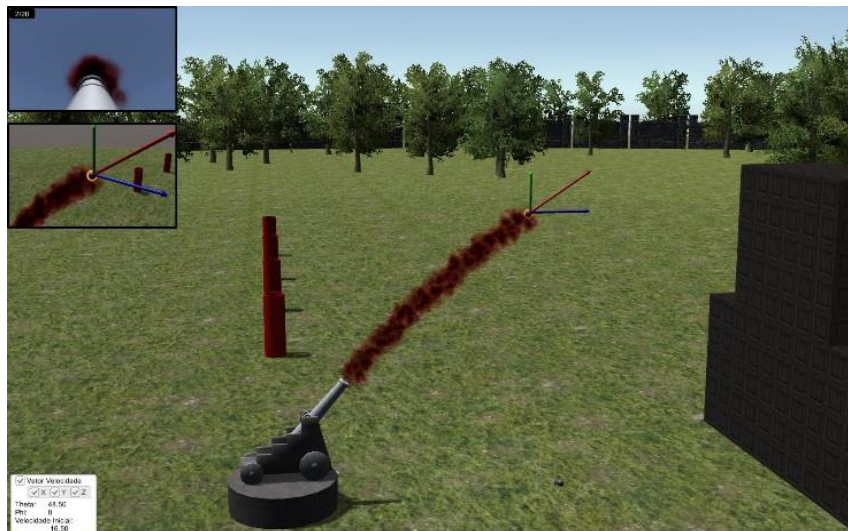


Figura 5: Cenário do simulador CannonLauncher3D na Terra.



Figura 6: Cenário do simulador CannonLauncher3D na Lua.

3.3.2. SEQUENCIA DE ATIVIDADES

As aulas foram separadas em três etapas, apresentadas a seguir.

ETAPA 1

Esta etapa foi constituída de 6 (seis) aulas teóricas introdutórias sobre os conceitos de cinemática vetorial:

- Grandezas vetoriais e escalares;
- Operação com vetores;
- Vetor velocidade e vetor aceleração;
- Movimento de um projétil.

Para realiza-las foi elaborado um plano de aula e apresentado à coordenação pedagógica da escola que, após apreciação, autorizou sua realização. O plano de aula foi elaborado seguindo a Taxonomia de Bloom no domínio cognitivo. Segundo Trevisan & Amaral (2016), esse suporte metodológico facilita a tarefa do professor em planejar e sistematizar a avaliação, fazendo do ato de avaliar um componente a serviço do processo de ensino aprendizagem. O Quadro 2 mostra os verbos abordados na Taxonomia revisada de Bloom para serem trabalhados nos questionários.

Quadro 2: Dimensão do processo cognitivo na Taxionomia revisada de Bloom

1. Lembrar: Relacionado a reconhecer e reproduzir ideias e conteúdos. Reconhecer requer distinguir e selecionar uma determinada informação e reproduzir ou recordar está mais relacionado à busca por uma informação relevante memorizada.
2. Entender: Relacionado a estabelecer uma conexão entre o novo e o conhecimento previamente adquirido. A informação é entendida quando o aprendiz consegue reproduzi-la com suas “próprias palavras”.
3. Aplicar: Relacionado a executar ou usar um procedimento numa situação específica e pode também abordar a aplicação de um conhecimento numa situação nova.
4. Analisar: Relacionado a dividir a informação em partes relevantes e irrelevantes, importantes e menos importantes e entender a inter-relação existente entre as partes.
5. Avaliar: Relacionado a realizar julgamentos baseados em critérios e padrões qualitativos e quantitativos ou de eficiência e eficácia.
6. Criar: Significa colocar elementos junto com o objetivo de criar uma nova visão, uma nova solução, estrutura ou modelo utilizando conhecimentos e habilidades previamente adquiridos. Envolve o desenvolvimento de ideias novas e originais, produtos e métodos por meio da percepção da interdisciplinaridade e da interdependência de conceitos

Fonte: Ferraz e Belhot (2010, p. 429)

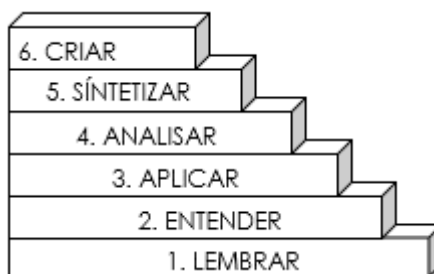


Figura 7- Categorização Atual da Taxonomia de Bloom

Fonte: Matriz especificação do Sesi-ES. Acesso em 10/08/2017

Alguns dos nove descritores trabalhos nas aulas teóricas foram abordados nos questionários pré-atividades computacionais, nos questionários das atividades e

no questionário final, de acordo com verbos da categorização atual da Taxonomia de Bloom, representados no quadro 2 e cujo nível de complexidade é apresentado na Figura 8.

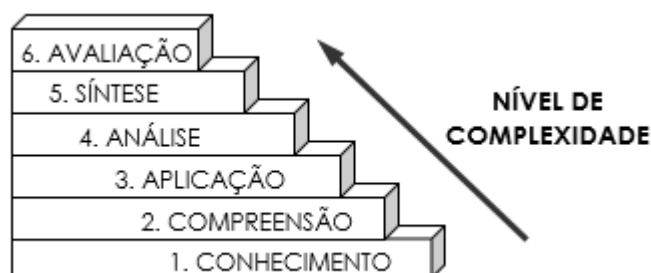


Figura 8- Nível de complexidade das questões na categoria da Taxonomia de Bloom

Fonte: Matriz especificação do Sesi-ES. Acesso em 10/08/2017

Quadro 3: Descritores trabalhados nas aulas teóricas de cinemática Vetorial

D1- Definir grandezas escalares e vetoriais.
D2- Identificar os diferentes tipos de grandezas físicas envolvidas em textos e em resolução de questões.
D3- Dominar regras, operações matemáticas e manipulações envolvendo vetores.
D4- Utilizar modelos físicos, que envolvam vetores, para análise e solução de problemas
D5- Entender os conceitos de direção, sentido e deslocamento, utilizando-os como ferramenta na resolução de situações problema.
D6- Definir o que é um projétil.
D7- Reconhecer o movimento de projéteis em situações cotidianas.
D8- Analisar as características de um movimento a partir da decomposição do movimento em duas direções perpendiculares
D9- Determinar a velocidade, aceleração e a posição de um projétil.

Fonte: SESI-ES

O questionário pré-atividades computacionais abordou o conceito de vetores e cada questão estava relacionada a alguns dos descritores apresentados no quadro 3, visando analisar a habilidade dos alunos em cada questão após as aulas teóricas sobre vetores.

Quadro 4: Descritores das questões do questionário PRÉ atividades computacionais

QUESTÕES	DESCRITORES
Q1 - Qual a diferença entre direção e sentido?	D5
Q2 - Qual a diferença entre vetor velocidade e velocidade escalar?	D1
Q3- Por que é importante o estudo de vetores na Física?	D4
Q4- A soma de dois vetores de módulos diferentes pode ser nula? Tente explicar.	D3
Q5- Um barco está com motor funcionando em regime constante; sua velocidade em relação à água é 4m/s constante. A correnteza do rio movimenta-se em relação as margens com velocidade constante. Observe cada uma das figuras abaixo e associe ao item que melhor represente a situação problema de vetores proposta nas situações. (O vetor vermelho representa a solução do problema-vetor resultante).	D3
Q6 - Um carro se desloca numa direção que faz um ângulo de 30° com a direção Leste-Oeste, com velocidade de V , conforme afigura.	_____
Q6-A - Esboce no plano as componentes da velocidade do carro nas direções Norte-Sul e Leste-Oeste.	D8
Q6-B - Esboce um novo desenho com as componentes da velocidade se o carro se deslocar com a mesma velocidade, numa direção que faz um ângulo de 150° com a direção Leste-Oeste.	D8
Q7 - Num dia sem vento, a chuva cai verticalmente em relação ao solo com velocidade de V_c . Um carro se desloca horizontalmente com V_c em relação ao solo. Determine a direção e sentido da velocidade da chuva em relação ao carro na figura.	D5
Q8-A - Calcule do vetor resultante nas situações abaixo:	D3
Q8-B - Calcule do vetor resultante nas situações abaixo:	D3

ETAPA 2

Esta etapa foi delineada para durar 4 (quatro) aulas, de 50 minutos cada uma, sendo a primeira dedicada a apresentar o aplicativo de realidade aumentada ARVectors3D e os simuladores MecVectors3D – Car e CannonLauncher3D, no laboratório de informática da escola. Nesta aula o professor deve fazer uma explicação, em forma de tutorial, sobre a o funcionamento e utilização destes recursos.

Para a segunda aula, a proposta é solicitar que os alunos instalem o aplicativo ARVectors3D em seus celulares dispositivos móveis antes de retornar à escola. Caso não tenha o celular, o mesmo realizará a atividade em dupla com um aluno que tenha o celular. Para viabilizar a instalação, cada aluno deve receber por email o tutorial de instalação e utilização do aplicativo ARVectors3D. Já na sala

de aula, para a atividade com o aplicativo, cada aluno deve receber o Material Instrucional contendo o tutorial de utilização do aplicativo ARVectors3D, a atividade a ser realizada com sua utilização e um Kit com os quatro marcadores conforme mostra a Figura 9.



Figura 9: Kit de marcadores do aplicativo ARVectors3D

Nesta aula os estudantes devem seguir o roteiro da atividade contido no material instrucional, Apêndice C. Neste roteiro, os alunos são solicitados a realizar determinadas ações utilizando o aplicativo e a responder a questões relacionadas. A Figura 10 mostra um momento da aula, no qual os estudantes estão interagindo com o aplicativo através dos marcadores.



Figura 10: Alunos interagindo com os marcadores do aplicativo ARVectors3D

Na terceira aula dessa etapa, os alunos devem ser levados ao laboratório de informática para interagir com o simulador veicular MecVectors3D. O material instrucional desenvolvido possui um tutorial de utilização do simulador e um roteiro desenvolvido para essa atividade, Apêndice D. Lembrando que os alunos dispõem de 50 minutos para realizar toda a atividade com o simulador e, também, responder as questões abertas relacionadas ao conteúdo abordado. A Figura 11 mostra um momento no qual os estudantes estão interagindo com o simulador e respondendo às questões.

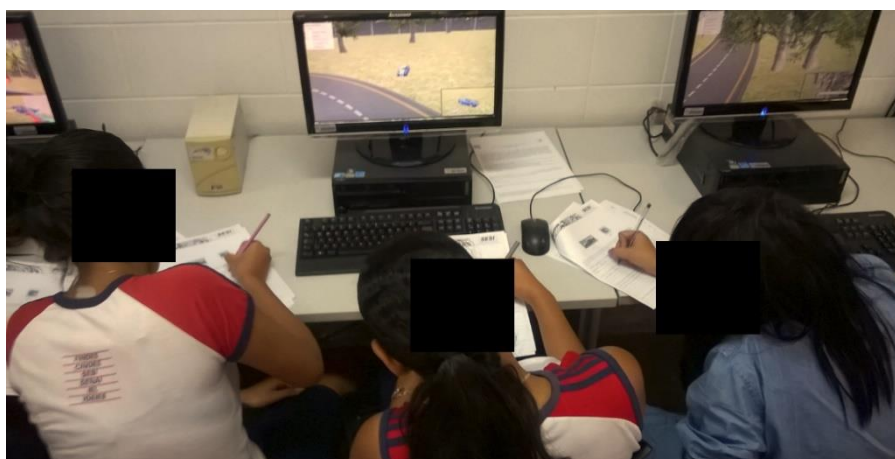


Figura 11: Alunos interagindo com o simulador MecVectors3D – Car

Para finalizar ETAPA 2 da investigação, a quarta aula apresenta a atividade do simulador CannonLaucher3D, que também deve ser realizada no laboratório de informática da escola. Da mesma forma que nas duas atividades anteriores, foi desenvolvido um material instrucional, Apêndice E, com tutorial de utilização e roteiro de atividades com questões abertas relacionadas ao movimento de projéteis. Seguindo o mesmo padrão, os alunos dispõem de 50 minutos para realizar a atividade e a Figura 12 mostra uma foto dos alunos interagindo com o simulador.

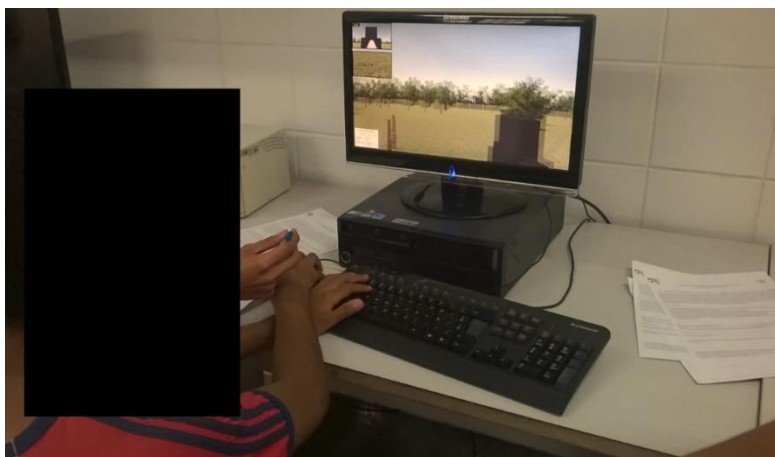


Figura 12: Aluno interagindo com o simulador CannonLauncher3D

A correção dos questionários das atividades, pelo professor, deve seguir os critérios de Categorização de níveis de letramento científico conforme o Quadro 1. Nos questionários das simulações da etapa 2, trabalhou-se cada questão com alguns dos descritores apresentados no quadro 3, visando analisar também a habilidade dos alunos em cada questão após a etapa 1. Os descritores dos questionários da etapa 2 é apresentado no quadro 5.

Quadro 5: Descritores do questionário da atividade com o aplicativo ARVectors3D

QUESTÕES DO QUESTIONÁRIO - ARVectors3D	DESCRITORES
Q1 - Posicione o marcador do referencial no centro da mesa e o marcador da bola de futebol numa posição próxima ao referencial. O que acontece com o vetor quando você desloca o marcador da bola de futebol para longe do referencial?	D4
Q2 - Toque na caixa “Mostrar componentes” e explique o que acontece com as componentes X e Y quando aumentamos o ângulo em relação ao eixo x.	D3
Q3- Toque na caixa “Mostrar componentes” para desmarcá-la. Depois, posicione um marcador de sua escolha (Futebol, Basquete ou Vôlei) próximo ao referencial. O que você observa com o vetor deslocamento do seu marcador quando giramos o referencial 90° no sentido horário?	D5
Q4- Posicione um marcador de sua escolha (Futebol, Basquete ou Vôlei) próximo ao referencial. O que acontece com os vetores quando você gira o marcador 180° no sentido anti-horário, ao redor do referencial?	D4
Q5- Toque na caixa “Mostrar componentes”, explique o que fazer para realizar alterações na componente Z do vetor?	D8

Quadro 6: Descritores do questionário da atividade com o simulador MecVectors3D - Car

QUESTÕES DO QUESTIONÁRIO - MecVectors3D – Car	DESCRITORES
Q1-A - Clique para mostrar os vetores Posição Inicial e Posição. O que acontece com esses vetores quando o objeto selecionado entra em movimento?	D5
Q1-B - Qual a diferença entre estes dois vetores?	D5
Q1-C - Clique para mostrar os vetores Posição Inicial, Posição e Deslocamento. Movimente o objeto selecionado e explique qual a relação entre estes três vetores?	D5
Q2-A - O que ocorre com o vetor Velocidade Instantânea quando aceleramos (Seta para cima) e quando freamos o carro (Barra de espaços)?	D5
Q2-B - Numa curva brusca, se o carro derrapa na pista, observe que o vetor não continua apontando para a frente do carro. Tente explicar por que isso acontece.	D5
Q3- Clique para esconder os vetores selecionados anteriormente. Clique para mostrar o vetor Aceleração. Movimente o objeto selecionado e verifique o que ocorre com este vetor quando aceleramos e quando freamos.	D5
Q4- Qual é a diferença entre os vetores Velocidade Instantânea e Aceleração?	D2
Q5- Selecione a Bola. Clique para esconder os vetores selecionados anteriormente. Clique para mostrar os vetores Velocidade Instantânea e Aceleração. Movimente-a e pressione a barra de espaços para que ela pule. Indique a direção e sentido de cada vetor na subida e na descida.	D5
Q6- Existe alguma relação entre vetor aceleração e gravidade? Justifique.	D2

Quadro 7: Descritores do questionário da atividade com o simulador CannonLaucher3D

QUESTÕES DO QUESTIONÁRIO - CannonLaucher3D	DESCRITORES
Q1- Clique para mostrar apenas o Vetor Velocidade. Execute um disparo com a Barra de Espaços e, através da câmera que acompanha o projétil, descreva o que acontece com o vetor durante todo percurso.	D8
Q2- Clique para mostrar o Vetor Velocidade e sua componente X. Execute um disparo com a Barra de Espaços e, através da câmera que acompanha o projétil, descreva o que acontece com o vetor da componente X durante todo o percurso.	D7
Q3- Clique para mostrar o Vetor Velocidade e sua componente Y. Execute um disparo com a Barra de Espaços e, através da câmera que acompanha o projétil, descreva o que acontece com o vetor da componente Y durante todo o percurso.	D7
Q4- Modifique a velocidade do projétil e o ângulo de inclinação, com o objetivo de destruir a parede de blocos. Escreva abaixo quais as modificações foram feitas nos valores de Theta e Velocidade Inicial para atingir o objetivo.	D3
Q5- Estabeleça uma velocidade de 20 m/s. Incline o canhão em um ângulo próximo a 30 graus. Execute um disparo e observe o alcance do projétil. Repita o procedimento para 45 graus e 60 graus. O que você observou que aconteceu com o alcance do projétil em relação aos 3 disparos?	D3
Q6- Gire o canhão para um ângulo $\Phi = -90$ graus. Modifique a Velocidade para 20 m/s e o ângulo Theta para 29.5 graus e perceba que o projétil acerta o terceiro cilindro. Sem modificar a Velocidade, encontre um outro ângulo Theta que também permita ao projétil acertar o terceiro cilindro. Há alguma relação entre esses valores?	D4

ETAPA 3

Esta etapa consiste em aplicar dois questionários:

1. Questionário conceitual (Apêndice F):

Com questões abertas e fechadas abordando alguns dos descritores de cinemática vetorial e suas aplicações conforme o quadro 8 para verificar se, após a ETAPA 2, seria observada uma melhora no índice de acertos nas respostas dos alunos em relação aos conceitos de Cinemática Vetorial.

2. Questionário de opinião (Apêndice G):

Um questionário com questões fechadas do tipo Likert, com 5 níveis, para avaliar a opinião dos alunos sobre sua experiência com o Material Instrucional e os recursos computacionais.

Quadro 8: Descritores das questões do questionário conceitual

QUESTÕES	DESCRITORES
Q1 - Dados os vetores \vec{a} , \vec{b} , \vec{c} , \vec{d} e \vec{e} , abaixo representado, obtenha graficamente os vetores \vec{x} e \vec{y} .	_____
Q1-A - $\vec{x} = \vec{a} + \vec{b} + \vec{d}$	D3
Q1-B - $\vec{y} = 2\vec{b} - \vec{d} + \vec{e}$	D3
Q2 - (UnB-DF) Sobre a composição dos vetores a seguir podemos dizer que:	D3
Q3 - A figura representa três crianças brincando de cabo de guerra, sendo que duas crianças juntas puxam a corda para a esquerda com uma força $F_1 = 7 \text{ N}$ e a outra aplica uma força de $F_2 = 2 \text{ N}$. Determine a intensidade da força resultante.	D4
Q4 - (UEFS) A figura mostra a trajetória descrita pelo míssil Scud, uma arma utilizada pelo Iraque, no conflito ocorrido no Golfo Pérsico, entre janeiro e fevereiro de 1991. Considerando-se como sendo parabólica a trajetória do míssil lançado com velocidade v , que forma um ângulo q com a superfície horizontal, pode-se concluir que a velocidade do míssil, no apogeu, tem módulo igual a:	D8
Q5 - (PUCMG) Um corpo é lançado obliquamente sobre a superfície da Terra. Qual o vetor que melhor representa a resultante das forças que atuam no corpo, durante todo o percurso, é:	D5
Q6 - (UFMG) Clarissa chuta, em sequência, três bolas P, Q e R, cujas trajetórias estão representadas nesta figura:	D9

3.4 CRONOGRAMA DA APLICAÇÃO

O quadro 9 mostra o cronograma de aplicação do Módulo Educacional submetido à escola. Após a apreciação, a coordenação pedagógica da escola resolveu aprova-lo para ser integrado ao plano de curso daquele trimestre.

Quadro 9: Cronograma de atividades

Etapa	Data da aplicação	Atividades	Quantidade de aulas (50 minutos)
1	08/08/16	Questionário Sócio Educacional Tecnológico.	1
	31/10/16 01/11/16	Aula teórica de Vetores	4
	07/11/16	Aula teórica de Movimento de um Projétil	2
	17/11/16	Aplicação do Questionário Básico	1
2	23/11/16	Apresentação dos simuladores	1
	24/11/16	Atividade utilizando o aplicativo ARVectors3D	1
	28/11/16	Atividade utilizando o simulador de MecVectors3D - Car	1
	29/11/16	Atividade utilizando o simulador CannonLaucher3D	1
3	30/11/16	Aplicação Questionário Final	1
	01/12/16	Avaliação do Material Instrucional	1

4. ANÁLISE DE DADOS

Após a aplicação do Módulo Educacional, os dados coletados foram coletados dos questionários respondidos pelos estudantes e do diário de bordo do professor, com anotações de suas observações durante as atividades.

4.1 QUESTIONÁRIO SÓCIO EDUCACIONAL TECNOLÓGICO

As atividades propostas no Módulo Educacional desenvolvido eram baseadas em simulações computacionais. Dessa forma, para verificar o nível de afinidade dos estudantes com tecnologias computacionais, foi aplicado questionário Sócio-Educacional-Tecnológico. Os resultados são apresentados no Quadro 10 e mostram que 84,6% dos os alunos possuíam algum tipo de acesso a computador/notebook em casa e que 96,2% acessam a internet de seus smartphones e de casa. Somente esses dados já viabilizariam a utilização de recursos computacionais na abordagem de conteúdos. No quesito dispositivos móveis, os resultados mostraram que 100% dos alunos da turma participante da investigação possuía um dispositivo com a plataforma Android. Essa informação permitiu a inclusão da atividade utilizando o aplicativo de Realidade Aumentada ARVectors3D, desenvolvido apenas para essa plataforma. Ainda de acordo com o Quadro 10, os resultados para a questão 11 mostram que 80,8% dos alunos gosta de jogos eletrônicos, mostrando afinidade com as mesmas tecnologias utilizadas para construir os simuladores MecVectors3D – Car e CannonLauncher3D. A Figura 13 traz alguns exemplos de respostas dadas pelos alunos.

11) Você gosta de jogos eletrônicos?
☒ a) Sim. Qual estilo? Simuladores.
b) Não.

11) Você gosta de jogos eletrônicos?
☒ a) Sim. Qual estilo? todos, mas prefero os FPS
(First Person shooter)
b) Não.

11) Você gosta de jogos eletrônicos?
☒ a) Sim. Qual estilo? Raciocínio.
b) Não.

11) Você gosta de jogos eletrônicos?
☒ a) Sim. Qual estilo? RPG, Realidade aumentada, MMO.
b) Não.

Figura 13: Resposta de alguns alunos da questão 11 do questionário Sócio Educacional Tecnológico

Quadro 10: Resultado do questionário sócio-educacional-tecnológico

QUESTÕES		QUANT.	%
Q1- Sua idade	14 anos	2	7,7
	15 anos	19	73,0
	16 anos	2	7,7
	17 anos	3	11,6
Q2- Sexo	Masculino	16	61,5
	Feminino	10	38,5
Q3- Você possui computador/notebook em casa?	Sim	22	84,6
	Não	4	15,4
Q4- De onde você acessa a internet? (é possível marcar mais de um local)	De casa.	25	96,2
	Da casa de um amigo e/ou parente.	0	0
	Do trabalho.	0	0
	Da escola.	0	0
	De Lan House.	1	3,8
	Do celular	25	96,2
	Não acesso.	0	0
Q5- Você possui Smartphone e/ou Tablet?	Sim	26	100
	Não	0	0
Q6- Qual é o sistema operacional do seu Smartphone e/ou Tablet?	Android	26	100
	IOS	0	0
	Windows Phone	0	0
	Outros.	0	0
Q7- Você acessa à internet através do seu Smartphone e/ou Tablet?	Sim	25	96,2
	Não	1	3,8
Q8- Você possui e-mail?	Sim	26	100
	Não	0	0
Q9- Ao realizar uma pesquisa, você usa sites de busca (Google, Bing, Cadê, Yahoo Search, etc)?	Sim	26	100
	Não	0	0
Q10- Você acessa redes sociais?	Sim	24	92,3
	Não	2	7,7
Q11- Você gosta de jogos eletrônicos?	Sim	21	80,8
	Não	5	19,2
Q12- Você já utilizou um jogo de simulação (avião, carro, trem, etc)?	Sim	14	53,8
	Não	12	46,2
Q13- Você já utilizou algum simulador para aprender alguma coisa?	Sim	6	23,1
	Não	20	76,9
Q14- Você teria interesse de utilizar simuladores para aprender física?	Sim	25	96,2
	Não	1	3,8

Na questão 12 observa-se que apenas 53,8% já jogaram algum tipo de jogo de simulação, além disso, a questão 13 mostra que 76,9% nunca utilizaram algum tipo de simulação computacional como ferramenta de aprendizado.

Voltando à questão 13, a Figura 14 mostra alguns exemplos citados pelos 23,1% dos alunos que afirmaram ter aprendido algo utilizando simuladores e jogos.

13) Você já utilizou algum simulador para aprender alguma coisa?

☒ a) Sim. Onde? NO PS3.

b) Não.

13) Você já utilizou algum simulador para aprender alguma coisa?

☒ a) Sim. Onde? UNIVERSE SANDBOX.

b) Não.

13) Você já utilizou algum simulador para aprender alguma coisa?

☒ a) Sim. Onde? no computador

b) Não.

13) Você já utilizou algum simulador para aprender alguma coisa?

☒ a) Sim. Onde? Experiência de Ciéncia e tecnologia (praça do papa)

b) Não.

Figura 14: Excertos da questão 13 do questionário Sócio Educacional Tecnológico

Na questão 14 verifica-se que 96,2% dos alunos afirmaram ter interesse em utilizar recursos computacionais para aprender física, o que se caracteriza um resultado importante, pois justificativa a utilização de simuladores computacionais no contexto dessa turma. Assim, a proposta de utilização dos simuladores como ferramenta de apoio ao ensino de física no contexto dessa turma parece ser um fator estratégico de motivação, pela novidade que ele representaria para muitos alunos. A Figura 15 traz alguns exemplos de respostas dadas pelos alunos na questão 14.

14) Você teria interesse de utilizar simuladores para aprender física?

a) Sim. Por quê?
Porque é uma forma mais lógica de ensinar física. E qualquer coisa é bem-vinda

b) Não. Por quê?

14) Você teria interesse de utilizar simuladores para aprender física?

a) Sim. Por quê?
Sim, porque pode me ajudar a entender melhor a física.

b) Não. Por quê?

14) Você teria interesse de utilizar simuladores para aprender física?

a) Sim. Por quê?
Para um melhor entendimento da matéria e de maneira descontraída

b) Não. Por quê?

Figura 15: Resposta de alguns alunos para questão 14 do questionário sócio-educacional-tecnológico

4.2 QUESTIONÁRIO PRÉ ATIVIDADES COMPUTACIONAIS

Após as aulas introdutórias do conteúdo, foi aplicado um questionário, Apêndice B, com o objetivo de estabelecer o estado dos estudantes em relação ao conteúdo de vetores e cinemática vetorial. O gráfico da Figura 16 apresenta os resultados deste questionário, separados pelos respectivos descritores já definidos no quadro 4.

A Figura 16 mostra que o desempenho da turma foi ótimo na maioria das questões, sendo reduzido nas questões 4, 6 e 7. Observa-se que a questão 4

possui o mesmo descritor da questão 5, “D3 - *Dominar regras, operações matemáticas e manipulações envolvendo vetores*”, mas os resultados foram discrepantes entre elas. Isso pode ser devido ao fato de que a questão 4 solicitava uma explicação por extenso e a questão 5 era de múltipla escolha. É possível que este resultado venha da dificuldade dos estudantes em expressar suas ideias textualmente, mas conseguem identificar uma resposta correta quando ela é apresentada.

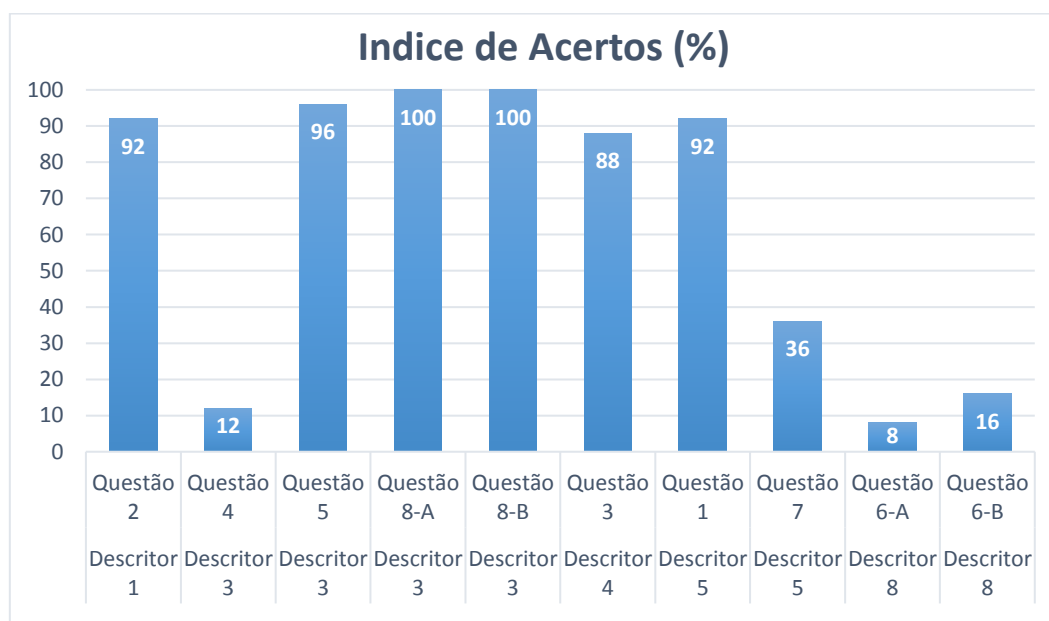


Figura 16: Gráfico de resultados do questionário pré atividades computacionais

Outro resultado discrepante para o mesmo descritor foi observado entre as questões 1 e 7, que pode ter sido causado pela diferença na forma da resposta. A questão 7 exemplifica uma situação problema usando vetores, mostrando a dificuldade dos alunos em *analisar* a questão, habilidade relacionada ao descritor D5, e em um nível 4 de complexidade. A diferença nos resultados pode estar no fato de que na questão 1 a pergunta demanda uma resposta mais geral, em um nível 1 de complexidade, já a questão 7 leva o aluno a raciocinar sobre um evento específico, necessitando de uma capacidade maior de análise. Em relação à questão 6, que apresenta mesmo nível de dificuldade da questão 7, os resultados mostram que a maioria dos estudantes apresentou dificuldade de

analisar um movimento em duas dimensões, através de sua decomposição em movimentos distintos associados a cada uma delas.

Nas próximas sessões serão analisados os questionários aplicados nas atividades computacionais.

4.3 QUESTIONÁRIO DA ATIVIDADE COM O APLICATIVO ARVectors3D

A atividade utilizando o aplicativo de realidade aumentada ARVectors3D foi realizada individualmente, com cada aluno seguindo o roteiro e respondendo às questões propostas. Ao todo foram cinco questões abertas, cujas respostas foram analisadas de acordo com uma adaptação dos níveis de letramento científico propostos por Teixeira (2007).

Cada aluno recebeu um Kit, com os três marcadores mostrados na Figura 9, para a realização da atividade.

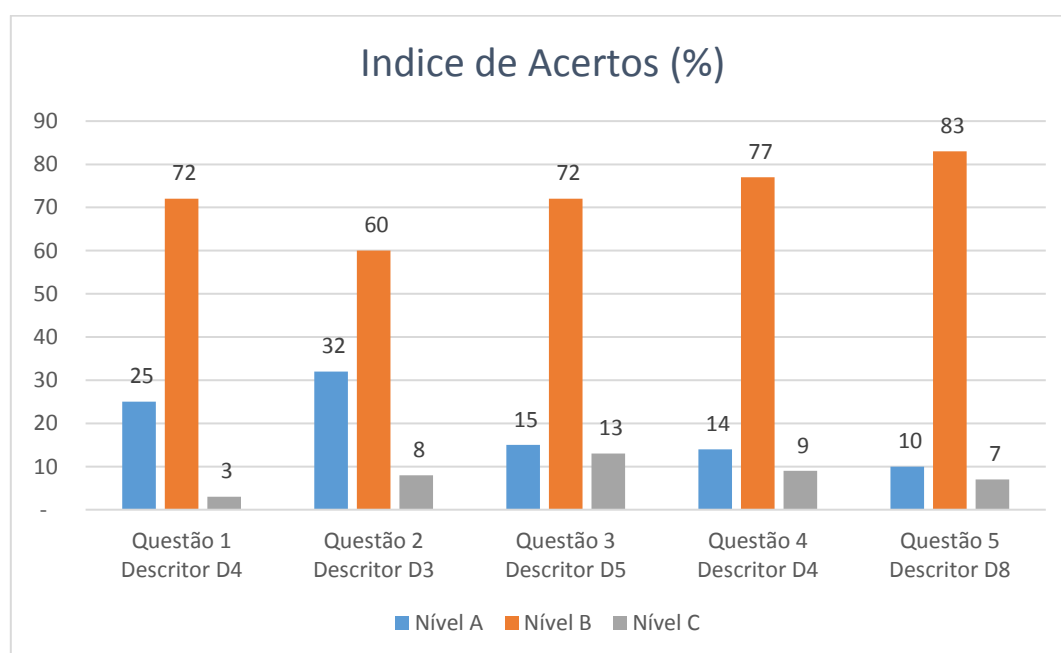


Figura 17: Gráfico de atividade do aplicativo ARVectors3D

A análise será realizada de acordo com a classificação de níveis de letramento científico apresentada no quadro 1. Assim, o gráfico da Figura 17 mostra que, em todas as questões, os índices de respostas enquadradas nos níveis A e B ficaram acima de 85%. Alguns até próximos de 100% como é o caso das questões 1 e 5, que abordaram aplicações de conceitos e são categorizadas no

nível 3 de dificuldade. Esse resultado indica que poucos estudantes apresentaram dificuldade em identificar e aplicar o conceito físico correto referente a situação apresentada. No entanto, observa-se em todas as questões um alto índice de respostas enquadradas no nível B de letramento científico, evidenciando a grande influência que as concepções alternativas exercem sobre os estudantes nas respostas das questões. O gráfico da Figura 17 mostra ainda que os índices de respostas enquadradas no nível C ficaram sempre abaixo dos índices de respostas enquadradas no nível A, sendo avaliado como um ponto positivo dessa turma ao trabalhar com conceitos de vetores.

Após a atividade, os estudantes levantaram alguns pontos positivos, entre eles a facilitação que o aplicativo ARVectors3D promoveu ao responderem o questionário da atividade e a possibilidade de realiza-la em seus próprios dispositivos.

Houve também alguns pontos negativos, como a dificuldade de alguns alunos em interagir com o aplicativo ARVectors3D, deixando algumas questões em branco ou expressando de forma incorreta o comando da questão. Isso levou ao enquadramento das respostas no nível C do gráfico da Figura 17. Não há como verificar isso, mas é possível que estes estudantes estejam relacionados com os 19,2% dos estudantes que responderam não gostar de jogos eletrônicos, Questão 11 do questionário sócio-educacional-tecnológico.

Para exemplificar a influência de concepções alternativas nas respostas do estudantes, a Figura 18 traz alguns excertos das questões 2, 3 e 4 que abordam os descritores “D3 - Dominar regras, operações matemáticas e manipulações envolvendo vetores”, “D5 - Entender os conceitos de direção, sentido e deslocamento, utilizando-os como ferramenta na resolução de situações problema” e “D8 - Analisar as características de um movimento a partir da decomposição do movimento em duas direções perpendiculares”, respectivamente. Estes excertos mostram que os alunos lançam mão de explicações não científicas para responder à pergunta.

<p align="center">Resposta do aluno A06 na questão 2:</p> <p>2. Toque na caixa "Mostrar componentes" e explique o que acontece com as componentes X e Y quando aumentamos o ângulo em relação ao eixo x.</p> <p><i>Quando aumentamos o ângulo as componentes X e Y variam, um diminuindo e outro aumentando.</i></p>
<p align="center">Resposta do aluno A10 na questão 3:</p> <p>3. Toque na caixa "Mostrar componentes" para desmarcá-la. Depois, posicione um marcador de sua escolha (Futebol, Basquete ou Vôlei) próximo ao referencial. O que você observa com o vetor deslocamento do seu marcador quando giramos o referencial 90° no sentido horário?</p> <p><i>O vetor deslocamento acompanha o marcador</i></p>
<p align="center">Resposta do aluno A15 na questão 5:</p> <p>5- Toque na caixa "Mostrar componentes", explique o que fazer para realizar alterações na componente Z do vetor?</p> <p><i>Alterando a altura do marcador.</i></p>

Figura 18 – Respostas de nível B dos alunos nas questões do questionário do aplicativo ARVectors3D

4.4 QUESTIONÁRIO DA ATIVIDADE COM O SIMULADOR MecVectors3D - Car

A atividade com o simulador foi realizada aos pares, mas os questionários foram respondidos individualmente no laboratório de Informática. Os próprios alunos se organizaram em relação às tarefas de cada um na atividade. As respostas também foram analisadas de acordo com os critérios de letramento científico apresentados no Quadro 1.

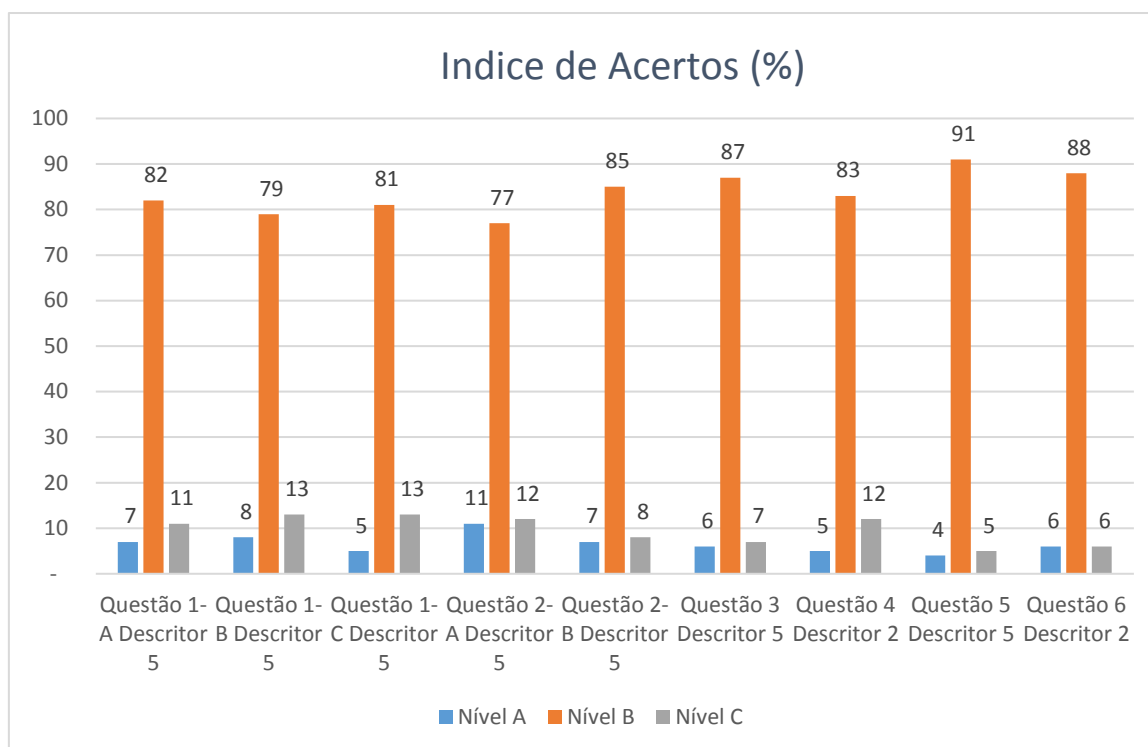


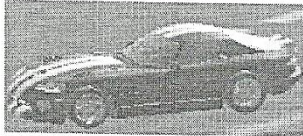
Figura 19: Gráfico da Atividade do Simulador MecVectors3D - Car

Da mesma forma como observado na atividade com o aplicativo ARVectors3D, a maioria das respostas dos estudantes foi enquadrada nos níveis A e B de letramento científico, Quadro 1, permanecendo em torno de 90% das respostas, como mostra o Gráfico da Figura 19. Novamente, observou-se um alto índice de respostas enquadradas no nível B mostrando que, apesar de identificarem os conceitos adequadamente, as respostas estavam contaminadas com concepções alternativas sobre os fenômenos. Também é possível verificar que, se comparados com o questionário anterior, o índice de respostas enquadradas no nível A diminuiu, ao passo que o nível das respostas enquadradas no nível C aumentou, em média, em todas as questões. Isso pode ter acontecido pelo aumento da complexidade dos fenômenos abordado, uma vez que na atividade com o simulador MecVectors3D – Car os conceitos de vetores são utilizados como ferramentas para representar conceitos mais elaborados como aplicação e análise de velocidade e aceleração, mas também pelo aumento da complexidade das questões, já que os descritores associados a elas exigiam maior habilidade dos estudantes, como mostra o descritor “D5- Entender os conceitos de direção, sentido e deslocamento, utilizando-os como ferramenta na

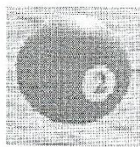
resolução de situações problema”, nível 4 de complexidade na categoria de Bloom.

Resposta do Aluno A7 na questão 1 item B:

1. Selecione o meio de locomoção para começar a diversão e responda:



\otimes



$()$

A) Clique para mostrar os vetores Posição Inicial e Posição. O que acontece com esses vetores quando o objeto selecionado entra em movimento?

Ele mostra a linha da posição inicial e a outra linha vai de acordo com o deslocamento do carro.

B) Qual a diferença entre estes dois vetores?

O vetor inicial permanece parado lá o vetor do deslocamento muda de acordo com a posição do carro.

C) Clique para mostrar os vetores Posição Inicial, Posição e Deslocamento. Movimente o objeto selecionado e explique qual a relação entre estes três vetores?

De acordo com que a posição muda o deslocamento também e a posição inicial permanece constante.

Figura 20: Excertos de respostas de nível B dos questionários relacionados à atividade MecVectors3D - Car

Após a atividade, os estudantes levantaram alguns pontos positivos, entre eles a facilidade de entendimento do tutorial aplicado na atividade, facilitando o seu entendimento na simulação MecVectors3D – Car.

Ao final da atividade, alguns pontos negativos foram abordados pelos alunos, como a falta de habilidade em manusear o teclado na realização das atividades, dificultando a finalização da questão no tempo proposto. Este resultado tem ressonância com o resultado da questão 12, do questionário sócio-educacional-

tecnológico no quadro 10, que indica que 46,2% nunca jogaram um jogo de simulação computacional.

4.5 QUESTIONÁRIO DO SIMULADOR CANNONLAUNCHER3D

Mantendo a mesma metodologia, esta atividade foi realizada em duplas e o questionário respondido individualmente no laboratório de Informática e analisado de acordo com os níveis de letramento científico.

O Gráfico da Figura 21 mostra a repetição do mesmo padrão encontrado para as atividades anteriores, no qual os índices de respostas enquadradas nos níveis A e B se mantiveram acima de 90% para todas as questões, mas com o índice do nível B maior do que o do nível A. Apesar desse resultado, o índice de respostas no nível A aumentou consideravelmente em relação aos verificados nas atividades anteriores, com uma redução nos níveis B e C. Tal resultado revela que, para esta atividade, a influência das concepções alternativas nas respostas dos estudantes teve sua ação atenuada. No gráfico é possível observar, ainda, que as questões Q1, Q2 e Q3 apresentaram resultados piores do que as demais, em relação ao nível A de letramento científico. Tal resultado se deve ao nível de complexidade, uma vez que as três primeiras estavam associadas a descritores mais complexos, D7 e D8.

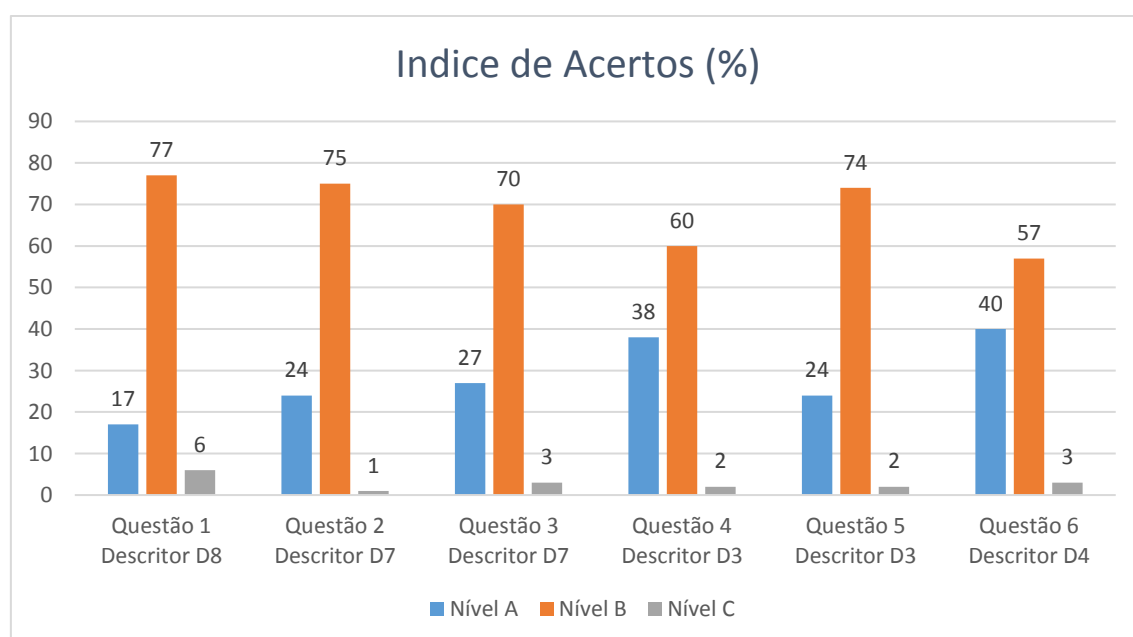


Figura 21: Gráfico de Atividade do Simulador Cannon Launcher3D

Para exemplificar os resultados, a Figura 22 mostra alguns excertos retirados dos questionários respondidos pelos estudantes.

<p align="center">Resposta do aluno A5 na questão 2-Nível B</p> <p>2. Clique para mostrar o Vetor Velocidade e sua componente X. Execute um disparo com a Barra de Espaços e, através da câmera que acompanha o projétil, descreva o que acontece com o vetor da componente X durante todo o percurso.</p> <p><i>O vetor da componente X permanece constante durante todo o período.</i></p>
<p align="center">Resposta do aluno A9 nas questões 2 e 3-Nível B</p> <p>2. Clique para mostrar o Vetor Velocidade e sua componente X. Execute um disparo com a Barra de Espaços e, através da câmera que acompanha o projétil, descreva o que acontece com o vetor da componente X durante todo o percurso.</p> <p><i>Acontece a mesma coisa.</i></p> <p>3. Clique para mostrar o Vetor Velocidade e sua componente Y. Execute um disparo com a Barra de Espaços e, através da câmera que acompanha o projétil, descreva o que acontece com o vetor da componente Y durante todo o percurso.</p> <p><i>Ele aponta pra baixo enquanto está em cima, e para cima quando ele quita.</i></p>
<p align="center">Resposta do aluno A24 na questões 5-Nível A</p> <p>5. Estabeleça uma velocidade de 20 m/s. Incline o canhão em um ângulo próximo a 30 graus. Execute um disparo e observe o alcance do projétil. Repita o procedimento para 45 graus e 60 graus. O que você observou que aconteceu com o alcance do projétil em relação aos 3 disparos?</p> <p><i>Os ângulos complementares 30° e 60° atingem o mesmo alcance alcançam a mesma distância. O 45° possui uma altura maior.</i></p>

Figura 22: Repostas do questionário do CannonLaucher3D

4.6 QUESTIONÁRIO FINAL

Após finalizadas as atividades com os recursos computacionais, os alunos responderam a um questionário individual, de questões abertas e fechadas, sobre conceitos de cinemática vetorial. Os resultados são apresentados na Figura 22 e mostram que o índice de acerto ficou acima dos 70% em todas as

questões. Analisando as questões, observa-se que a complexidade das questões não foi determinante para os índices de acerto, uma vez que questões com complexidade mais alta obtiveram os maiores índices. Este resultado corrobora os resultados anteriores, pois as questões Q4, Q5 e Q6 estavam relacionadas à atividade com o CannonLaucher3D, justamente aquela na qual os resultados foram melhores.

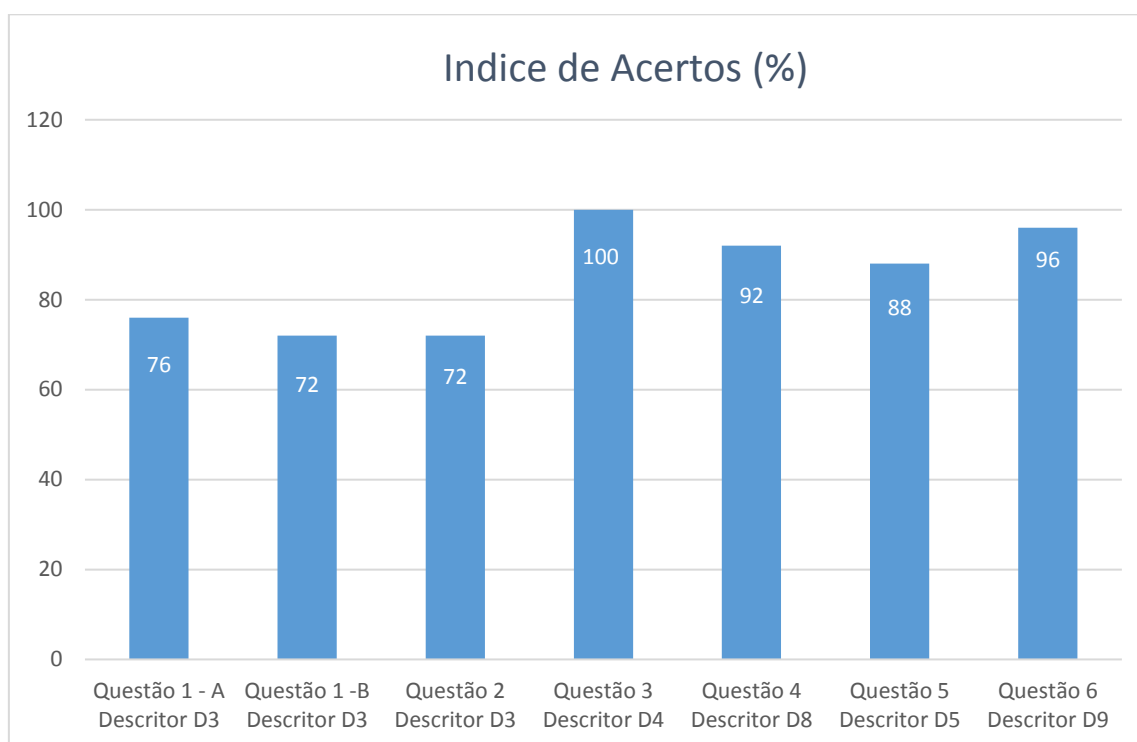


Figura 23: Gráfico do Questionário conceitual de cinemática Vetorial após a aplicação das simulações Computacionais 3D

O gráfico da Figura 24 mostra que, em comparação com os resultados apresentados pelo questionário pré-atividades computacionais, o questionário final mostra que houve uma evolução no índice de acertos nas questões que abordavam os mesmos descritores, ou seja, aquelas com o mesmo nível de complexidade, possibilitando comparar o desempenho dos alunos antes e depois das simulações computacionais 3D.

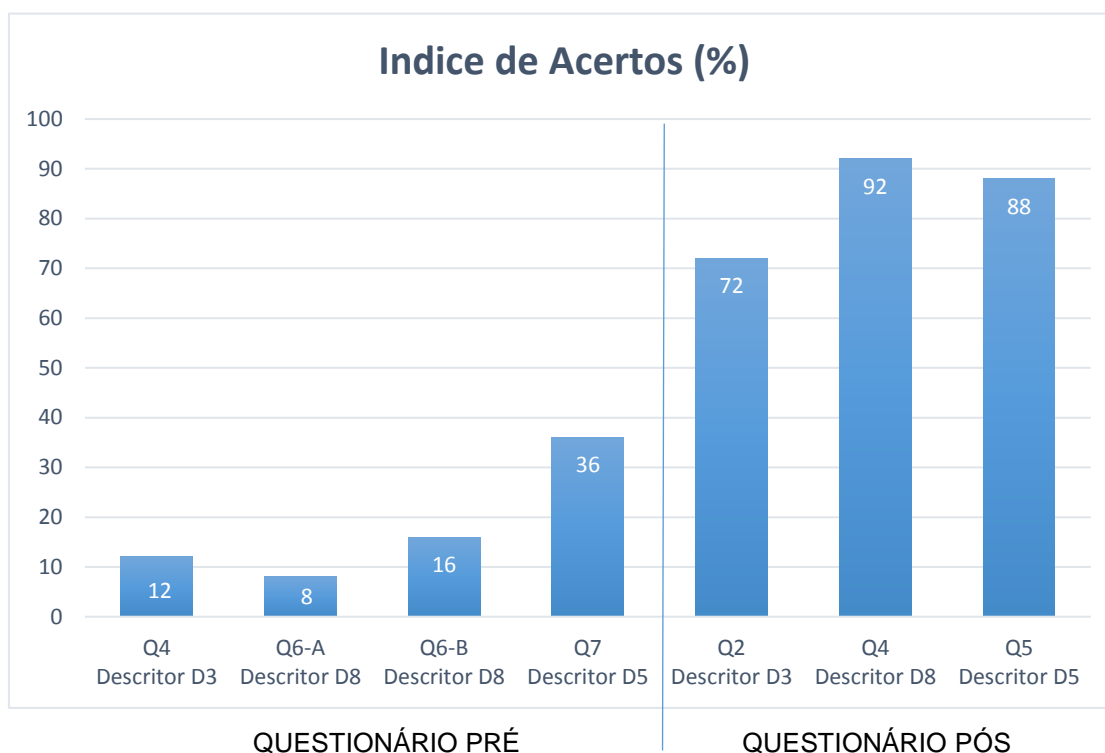


Figura 24 – Comparação dos resultados nos questionários Pré e Pós atividades computacionais

Para as questões relacionadas ao descritor D3, o índice de acertos passou de 12% para 72%. Já para as questões relacionadas ao descritor D8, o índice de acertos foi de uma média de 12% para 92%. E por último, ao comparar as questões relacionadas ao descritor D5, observa-se um aumento de mais de 50% no índice de acertos. Neste sentido, a aplicação dos Módulos Educacionais utilizando os recursos computacionais proporcionou uma ampliação nas habilidades dos estudantes dessa turma, corroborando a afirmação de Lopes e Feitosa (2009) de que uma estratégia inovadora de ensino pode realmente estimular os alunos em sala de aula. A estratégia inovadora, no contexto deste estudo, foi a utilização de recursos computacionais como Realidade Aumentada e simulações computacionais em 3D que permitiram aos estudantes visualizar, dinamicamente, os vetores relacionados ao movimento dos corpos, conceitos que demandam um alto grau de abstração por parte dos estudantes.

4.6.1 OPINIÃO DOS ESTUDANTES SOBRE O USO DE SIMULADORES

Ao final do questionário PÓS atividades computacionais, foi perguntado aos alunos se a realização das atividades com o apoio dos simuladores os ajudou a resolver os questionários. O gráfico da Figura 25 mostra que para 88% dos estudantes, o uso de simulações ajudou POUCO ou MUITO, sendo que 64% disseram que ajudou MUITO.

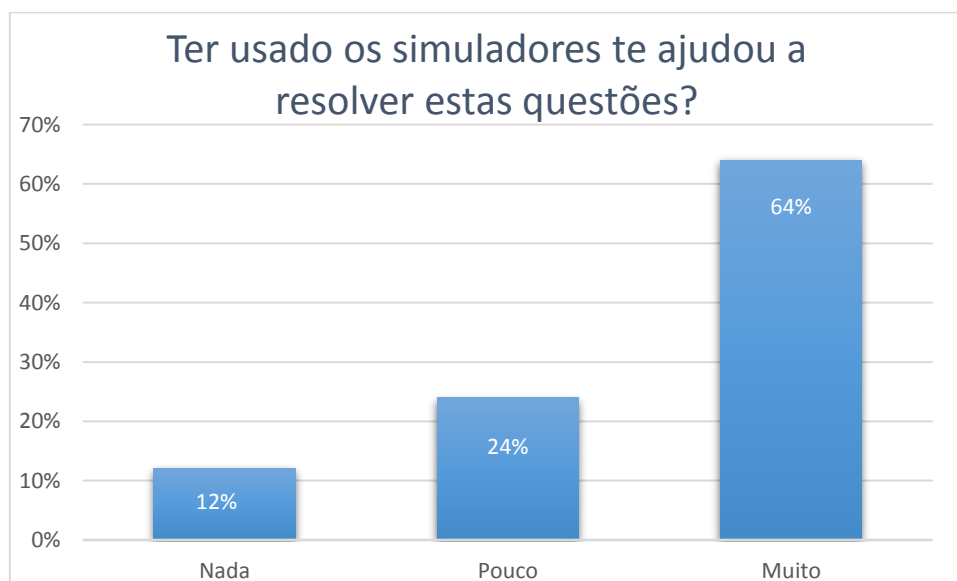


Figura 25: Gráfico para demonstrar a satisfação do uso da simulação

O resultado apresentado neste gráfico mostra que os simuladores podem auxiliar os estudantes a responderem os questionários, mas não é suficiente para afirmar que eles proporcionaram uma maior aprendizagem dos conceitos. No entanto, comparando os gráficos PRÉ e PÓS atividades computacionais, observa-se que houve uma melhora nos índices de acerto, podendo levar a conclusão de que, em algum nível, tal atividade proporcionou uma melhora no número de estudantes que possuem o entendimento dos conceitos de movimento dos corpos.

4.7 AVALIAÇÃO DO MATERIAL INSTRUCIONAL

Após a aplicação de todas as atividades do Material Instrucional, foi aplicado um questionário individual de questões fechadas do tipo Likert, subseção 3.2, para avaliar o Material Instrucional desenvolvido.

De acordo com o gráfico da Figura 26, sobre a afirmativa de que a proposta é adequada para a utilização de ferramentas computacionais no estudo de vetores, 88% dos alunos concordam, parcial ou plenamente. Observa-se, ainda, 4% deles discordam parcialmente.



Figura 26: Questão 1 do questionário de opinião

No gráfico da Figura 27, verifica-se 88% concordam que a utilização dos recursos computacionais, como forma de visualizar dinamicamente os fenômenos que foram discutidos, permitiu um melhor entendimento dos conceitos abordados no material instrucional. Nenhum estudante respondeu que discorda dessa afirmativa.

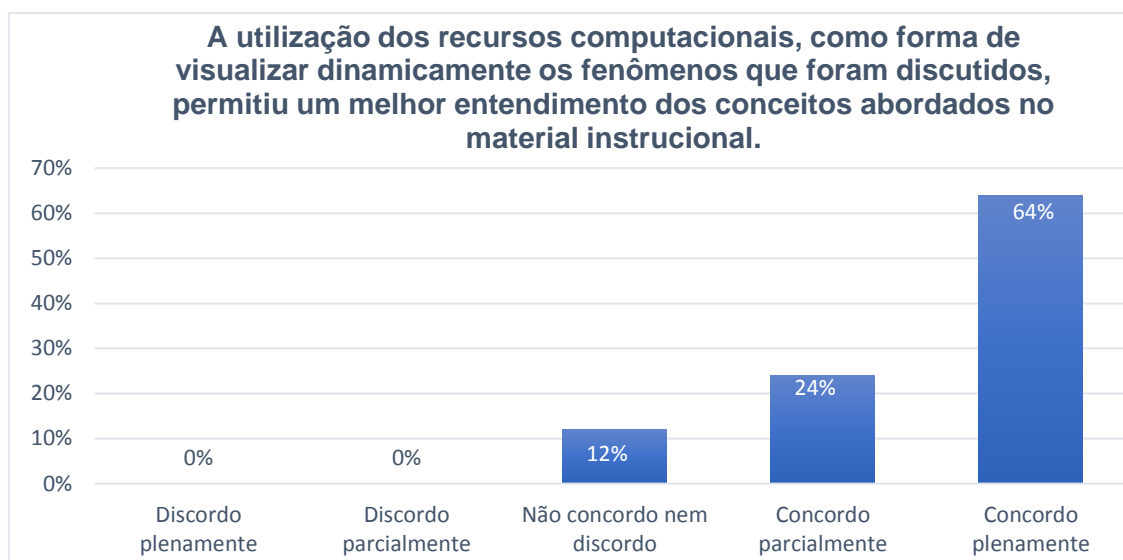


Figura 27: Questão 2 do questionário de opinião

Já na Figura 28, 92% concordam que a utilização dos recursos computacionais possibilitou visualizar aspectos sobre o fenômeno que estavam descritos no material instrucional. Esse resultado mostra uma modificação positiva na população de estudantes, já que no questionário sócio-econômico-tecnológico 19,2% responderam não gostar de jogos eletrônicos.



Figura 28: Questão 3 do questionário de opinião

Na Figura 29, 88% dos alunos concordam que os questionários apresentados auxiliaram no entendimento dos aspectos abordados no Material Instrucional, 12% não concorda e nem discorda e nenhum aluno discorda.

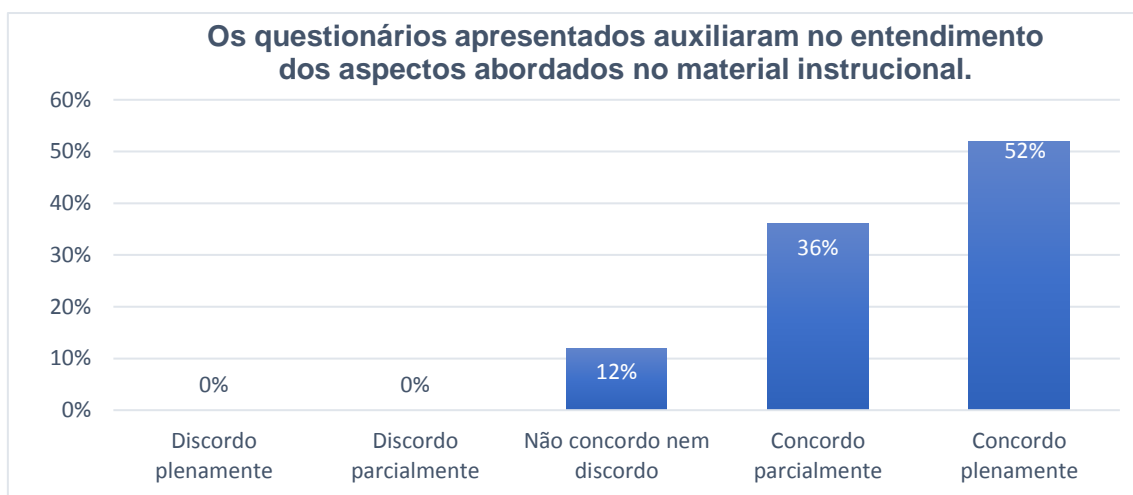


Figura 29: Questão 4 do questionário de opinião

Na última questão foi apresentada a afirmação de que os materiais instrucionais foram úteis para guiar as atividades utilizando os recursos. De acordo com o gráfico da Figura 30, 92% dos alunos concordam.

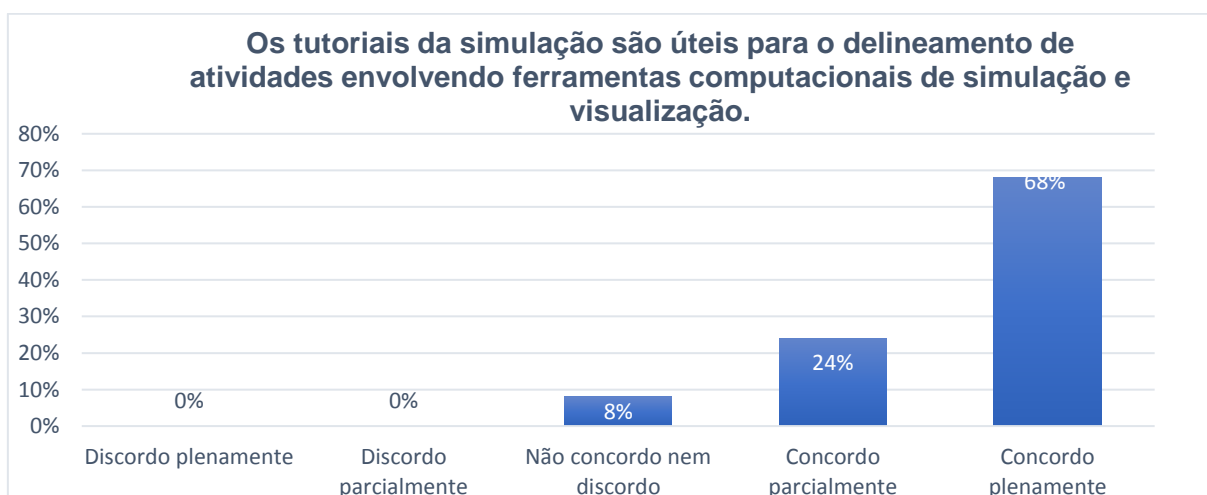


Figura 30: Questão 5 do questionário de opinião

É um fato que as simulações computacionais possibilitam observar a evolução temporal de modelos de fenômenos, repetidas vezes, quantas forem necessárias, com ou sem variação de parâmetros. Os resultados do questionário de opinião mostram que os estudantes perceberam esta característica nas simulações computacionais utilizadas nas atividades e, ao que parece, aprovam sua utilização na abordagem de conceitos de Física em sala de aula. O resultado altamente positivo apresentado pelos alunos, em relação ao apoio que as ferramentas de visualização proporcionaram ao entendimento dos conceitos

físicos, parece corroborar a proposta de Gilbert (2005) de que a visualização de fenômenos auxilia os estudantes no desenvolvimento de imagens mentais sobre os fenômenos, auxiliando os no entendimento dos conceitos relacionados.

Assim, podemos concluir que os Módulos Educacionais utilizados neste estudo se apresentaram ferramentas úteis na abordagem de conceitos físicos relacionados à cinemática vetorial.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desde o surgimento dos computadores, e seu consequente barateamento, sua utilização no contexto educacional tem sido muito incentivada como ferramenta de apoio aos processos de ensino e aprendizagem. Desde o início de sua utilização, a forma como os computadores foram sendo utilizados mudou drasticamente, conforme as tecnologias de comunicação e informação foram evoluindo. Atualmente, com o aumento do poder gráfico dos computadores, torna-se possível investir esforços no desenvolvimento de aplicações, tais como simuladores 3D com Realidade Virtual ou Realidade Aumentada. Tais aplicações permitem a visualização de modelos de fenômenos com detalhes, em qualquer ponto vista desejado e repetidas vezes. Existem iniciativas no sentido de desenvolver estes tipos de aplicações no contexto educacional, mas elas não vêm acompanhadas de um material instrucional adequado que permita uma integração apropriada.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi desenvolver Módulos Educacionais (Modelo Computacional + Material Instrucional) que possibilitassem explorar os conceitos do fenômeno de uma forma mais interativa.

Sendo assim, foram escolhidos três recursos computacionais para a realização deste estudo. O primeiro é um aplicativo de celular que mostra os vetores posição de objetos em Realidade Aumentada. Os dois outros são simuladores em 3D: um simula um veículo que pode se mover em um cenário com obstáculos e rampas; e outro que simula um canhão capaz de lançar projéteis contra uma parede de caixas. Para realizar a integração destes recursos, foi desenvolvida uma sequência de aulas que abordaram tanto os conceitos a serem estudados como os simuladores utilizados.

O principal resultado obtido da realização deste estudo é o potencial inegável deste tipo de recurso como ferramenta de apoio a professores na abordagem de conceitos físicos em sala de aula. O questionário Sócio-Educacional-Tecnológico revelou que apenas 23,1% dos alunos nunca haviam usado simuladores como ferramenta de apoio ao aprendizado. Possivelmente, por isso a integração dos recursos computacionais apresentou pouca dificuldade em

relação à aceitação dos estudantes. Neste aspecto, a imensa maioria dos estudantes expressou que gostaria que este tipo de atividade fosse realizado com mais frequência na abordagem dos conteúdos.

Em relação ao entendimento dos estudantes, não é possível certificar de que esta metodologia promoveu a aprendizagem, uma vez este estudo não almejou verificar tal aspecto, mas é possível tecer comentários em relação às respostas dos estudantes nos questionários. A análise dos dados obtidos revelou que houve uma evolução no índice de respostas corretas, além de uma evolução no índice de respostas no Nível A de letramento científico. Outro aspecto que pôde ser verificado, foi a ampliação no número de estudantes que apresentaram uma evolução nas habilidades (descritores) necessárias à resolução das questões apresentadas.

Conclui-se, então, que os Módulos Educacionais desenvolvidos para a integração das simulações computacionais 3D, sobre conceitos de mecânica vetorial, atingiram o objetivo de proporcionar uma melhora no desempenho dos estudantes ao resolverem questões que abordam os conceitos estudados.

6. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini de; ALMEIDA, Fernando José de. Uma zona de conflitos e muitos interesses. In: Salto para o futuro: TV e informática na educação. Secretaria de Educação a Distância. Brasília: Ministério da Educação, 1998. 112 p. Série de Estudos Educação a Distância.
- ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini de. Da atuação à formação de professores. In: Salto para o futuro: TV e informática na educação. Secretaria de Educação a Distância. Brasília: Ministério da Educação, 1998. 112 p. Série de Estudos Educação a Distância.
- ANDERSON, L. W.; KRATHWOHL, K. R. A. Taxonomy for learning, teaching and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. New York: Longman, 2001.
- ANTONIAC, Peter. Augmented Reality Based User Interfaces for Mobile Applications and Services. Oulu, Finlândia: University of Oulu, 2005. 181p. Faculdade de Ciências.
- AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joo; HANESIAN, Hugo. Psicologia Educacional. Rio: Interamericana, 1980. (Parte1).
- AUSUBEL, D. P. Aquisição e Retenção de Conhecimento: Uma Perspectiva Cognitiva. Lisboa: Plátano Edições Técnicas. Tradução ao português de Lúcia Teopisto, do original The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view, 2003.
- AZUMA, R. T. (1993) "Tracking Requirements for Augmented Reality", Communications of the ACM, 36(7):50-51, July.
- BARBETA, Vagner Bernal; BECHARA, José Maria. Uso de simulações em computador em aulas de laboratório de física. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA (COBENGE), 24, 1996, Manaus, AM. Anais Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 1996. Disponível em: . Acesso em 19 out. 2017.
- BRASIL. Parâmetros curriculares para o ensino médio Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica, Brasília, 140 pp, 2006.
- COSTA, A.M. e PAULO. S.R. Performance de um programa de inteligência

- artificial baseado em rede semântica e suas possíveis aplicações no ensino de física". Segunda Reunião Especial da SBPC, Cuiabá-MT, Livro de Resumos, 1995. p.232.
- DE LA TAILLE, Yves. Ensaio sobre o lugar do computador na educação. São Paulo: Iglu, 1990.
- GILBERT JK, Boulter C, Rutherford M (1998a). Models in explanations, part 1, Horses for courses? Int. J. Sci. Educ. 20:83-97.
- GILBERT, J. K. Visualization: A metacognitive Skill in Science and Science Education, in Gilbert, J.K. (ed), Visualization in Science Education, Netherlands: Springer, 09-27, 2005.
- GOMES, T. A Modelagem Computacional Qualitativa Através do Ambiente ModeLab²: Um Estudo Exploratório com Estudantes Universitários Desenvolvendo Atividades de Modelagem Expressiva Sobre Tópicos de Ciências. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Espírito Santo. 2008
- FILATRO, Andréa. Design Instrucional Contextualizado – Educação e Tecnologia. São Paulo: SENAC, 2004.
- FIOLHAIS, Carlos; TRINDADE, Jorge. Física no Computador: O Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas, 2005. Disponível em: < <https://goo.gl/8EUbVH> > Acesso em agosto de 2017
- KIRNER, C.; KIRNER, T.G. (2008) Virtual Reality and Augmented Reality Applied to Simulation Visualization. In: El Sheikh, A.A.R.; Al Ajeeli, A.; Abu-Taieh, E.M.O (Ed.). Simulation and Modeling: Current Technologies and Applications. 1 ed. Hershey-NY: IGI Publishing, 2008, v. 1, p. 391-419.
- LAPA, J. M. Laboratórios virtuais no ensino de física: novas veredas didáticas pedagógicas. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências. Instituto de Física da Universidade Federal da Bahia e da Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2008. 119p.
- LOPES, R.; FEITOSA, E. *Applet* como recurso pedagógico no ensino de física: Aplicação em cinemática. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18, 2009, Vitória. Atas São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2009. p. 1-10.
- MACÊDO, J. A. Simulações computacionais como ferramenta auxiliar ao ensino de conceitos básicos de eletromagnetismo: Elaboração de Um Roteiro de

- Atividades para Professores do Ensino Médio. 2009. 136 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Belo Horizonte.
- MACÊDO, J. A.; DICKMAN, A. G. Simulações computacionais como ferramentas auxiliares ao ensino de conceitos básicos de eletricidade. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18, 2009, Vitória. Atas São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2009. p. 1-12.
- MCDERMOTT, L.C. Guest Comment: How we teach and how students learn— A mismatch?. American Journal of Physics vol. 61, no 4, p. 245,1993
- MORAES, Maria Candida. Informática educativa no Brasil: uma história vivida, algumas lições aprendidas. Disponível em: <<http://www.edutec.net/Textos/Alia/MISC/edmcand1.htm>>. 1997>. Acesso em 25 out. 2017
- MOREIRA, M. A. Teoria de aprendizagem, São Paulo: EPU,1999
- MOREIRA, M. A. Pesquisa em Ensino: Aspectos metodológicos. Porto Alegre: 2009c. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios10.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2017
- NASCIMENTO, J. K. F. Informática aplicada à educação. Brasília: Universidade de Brasília, 2007. 84 p.
- NEUMANN, R., BARROSO, M. F., Neumann, R. Simulações Computacionais e Animações no Ensino de Oscilações. Anais do XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, Rio de Janeiro, 2005.
- PCN+ - Ensino Médio. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: MEC-SEMTEC, 2002.
- SANTOS, A. C. K. Modelamento computacional através do sistema de modelamento celular (CMS)". Caderno Catarinense de Ensino de Física, Vol. 7, N. 1, 1990.
- SANTIN, R. et al. (2004) "Ações interativas em Ambientes de Realidade Aumentada com ARToolKit". Proc. of VII Symposium on Virtual Reality, SP, outubro. Realidade Aumentada Aplicada em Jogos Educacionais. Disponível em:https://www.researchgate.net/publication/228673895_Realidade_Aumentada_Aplicada_em_Jogos_Educacionais. Acesso em outubro de 2018.
- SANTOS, A.C.K. Desenvolvimento e uso de ferramentas computacionais para

- o aprendizado exploratório de Ciências". Caderno Catarinense de Ensino de Física, Vol. 10, N. 2, 1993.
- SCHLÜNZEN, E. T. M. A tecnologia para inclusão de Pessoas com Necessidades Especiais (PNE). In: PELLANDA, Nilze Maria C. SHLUNZEN, Elisa Tomoe M.; (orgs.) JUNIOR, Klaus S. Inclusão Digital: tecendo redes afetivas/cognitivas. Rio de Janeiro: DP&A; 2005.
- TAJRA, Sanmya Feitosa. Informática na educação: novas ferramentas pedagógicas para o professor da atualidade. 2. ed. São Paulo: Érica, 2000. 143 p.
- TAVARES, R. Animações interativas e mapas conceituais: uma proposta para facilitar a aprendizagem significativa em ciências. Revista online Ciência & Cognição, v. 13, n. 2, p. 99-108, 2008.
- TEIXEIRA, Jonny N. Categorização dos Níveis de Letramento Científico no Ensino Médio. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007. Disponível em: <<https://goo.gl/JYZDTp>>. Acesso em: 10 out. 2017.
- TERINI, R.A. et al. Utilização de Métodos computacionais no Ensino: a experiência Geiger e Marsden do espalhamento de partículas Alfa, Caderno Catarinense de Ensino de Física, Vol. 11, N. 1, 1994.
- TREVISAN, A. L. A Taxionomia revisada de Bloom aplicada à avaliação: um estudo de provas escritas de Matemática. Ciênc. educ. (Bauru) vol.22 no.2 Bauru abr./un.2016. Disponível em:<<https://goo.gl/2M8Z3N>>. Acesso em 20 de out. 2017
- VALENTE, J. A. Liberando a mente: Computadores na educação especial. Campinas: Graf. Central da Unicamp, 1991.
- WILEY, D. A. Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy. In D. A. Wiley (Ed.), The Instructional Use of Learning Objects: Online Version, 2000. Disponível em <<https://goo.gl/7dwS1n>>, Acesso em março de 2018.

APÊNDICE A - Questionário Sócio Educacional Tecnológico.

Prezado Aluno,

Solicito a sua contribuição para o preenchimento deste questionário, que tem o objetivo de investigar se você possui algum conhecimento sobre Tecnologias da Informação e sua forma de utilização. **NÃO** há respostas corretas. O importante é que sua resposta reflita *sua* opinião franca em cada questão.

O resultado desta avaliação **NÃO** será computado em sua nota.

- 1) Sua idade? _____
- 2) Sexo?
 - a) Masculino
 - b) Feminino
- 3) Você possui computador/notebook em casa?
 - a) Sim. (Quanto? _____.)
 - b) Não
- 4) De onde você acessa a internet? (é possível marcar mais de um local)
 - a) De casa. (Indique a velocidade: _____.)
 - b) Da casa de um amigo e/ou parente.
 - c) Do trabalho.
 - d) Da escola.
 - e) De Lan House.
 - f) Do celular
 - g) Não acesso.
 - h) Outros: _____.
- 5) Você possui Smartphone e/ou Tablet?
 - a) Sim. (Responda a questão 6 e 7.)
 - b) Não.
- 6) Qual é o sistema operacional do seu Smartphone e/ou Tablet?
 - a) Android
 - b) iOS
 - c) Windows Phone
 - d) Outros: _____.
- 7) Você acessa à internet através do seu Smartphone e/ou Tablet?
 - a) Sim. Qual conexão (3G ou 4G)? _____.
 - b) Não.
- 8) Você possui e-mail?
 - a) Sim.
 - b) Não.
- 9) Ao realizar uma pesquisa, você usa sites de busca (Google, Bing, Cadê, Yahoo Search, etc)?
 - a) Sim. Qual (ais)? _____.

- b) Não.
- 10) Você acessa redes sociais?
 - a) Sim. () Facebook () Google Plus () Twitter
Outra: _____.
 - b) Não.
- 11) Você gosta de jogos eletrônicos?
 - a) Sim. Qual estilo? _____.
 - b) Não.
- 12) Você já utilizou um jogo de simulação (avião, carro, trem, etc)?
 - a) Sim.
 - b) Não.
- 13) Você já utilizou algum simulador para aprender alguma coisa?
 - a) Sim. Onde? _____.
 - b) Não.
- 14) Você teria interesse de utilizar simuladores para aprender física?
 - a) Sim. Por que? _____
_____.
 - b) Não. Por que? _____
_____.
- 15) Qual o seu nível de experiência nos itens abaixo:
0 – Nenhum, 1 – Básico, 2 – Intermediário, 3 – Avançado

	0	1	2	3
a) Windows	(a)	(b)	(c)	(d)
b) MacOS	(a)	(b)	(c)	(d)
c) Linux	(a)	(b)	(c)	(d)
d) Windows Phone	(a)	(b)	(c)	(d)
e) Android	(a)	(b)	(c)	(d)
f) iOS	(a)	(b)	(c)	(d)
g) Internet	(a)	(b)	(c)	(d)
h) Jogos Eletrônicos	(a)	(b)	(c)	(d)

APÊNDICE B – Questionário PRÉ atividades computacionais de Vetores do
Material Instrucional.

Aluno: _____			
Ano/ Série: _____	Turma: _____	Turno: _____	
Data: ____/____/____	Professor: _____	Disciplina: <u>Física</u>	

Atividade I – Resolver exercícios básicos de vetores com base nos conceitos explorados nesse material instrucional.

1. Qual a diferença entre direção e sentido?

2. Qual a diferença entre vetor velocidade e velocidade escalar?

3. Por que é importante o estudo de vetores na Física?

4. A soma de dois vetores de módulos diferentes pode ser nula? Tente explicar.

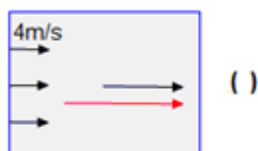
5. Um barco está com motor funcionando em regime constante; sua velocidade em relação a água é 4 m/s constante. A correnteza do rio movimenta-se em relação às margens com velocidade constante.

Observe cada uma das figuras abaixo e associe ao item que melhor represente a situação problema de vetores proposta nas situações. (O vetor vermelho representa a solução do problema-vetor resultante).

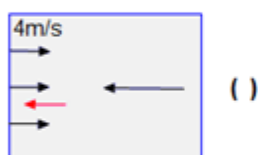
A) o barco navega a 10 m/s em relação à margem do rio e em sentido contrário da correnteza;

B) o barco navega a 10 m/s em relação à margem do rio e no próprio sentido da correnteza;

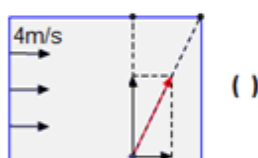
C) o barco movimenta-se indo de um ponto a outro com velocidade de 12 m/s situado exatamente em frente, na margem oposta.



()



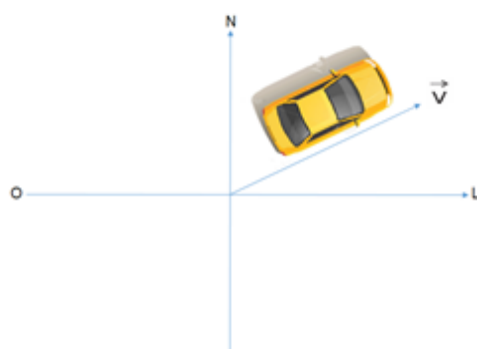
()



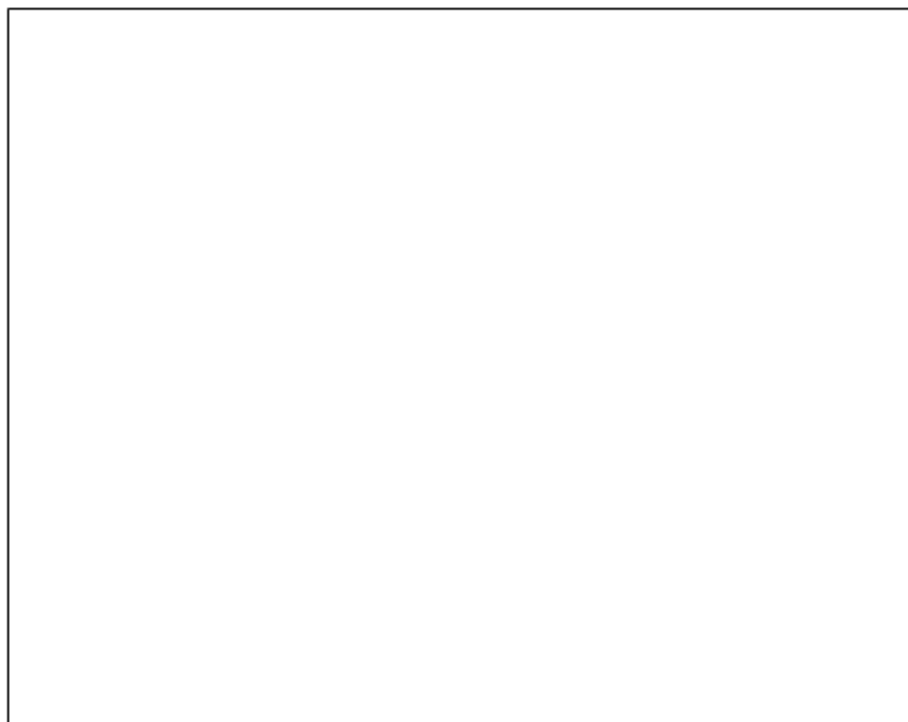
()

6. Um carro se desloca numa direção que faz um ângulo de 30° com a direção Leste-Oeste, com velocidade de V , conforme a figura.

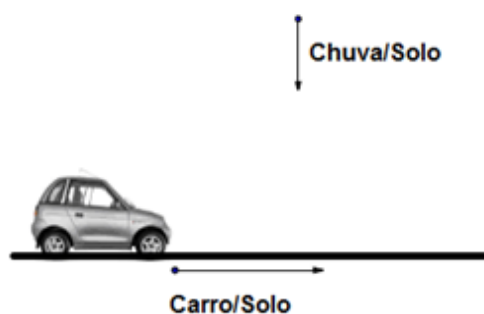
A) Esboce no plano as componentes da velocidade do carro nas direções Norte-Sul e Leste-Oeste.



B) Esboce um novo desenho com as componentes da velocidade se o carro se deslocar com a mesma velocidade, numa direção que faz um ângulo de 150° com a direção Leste-Oeste.

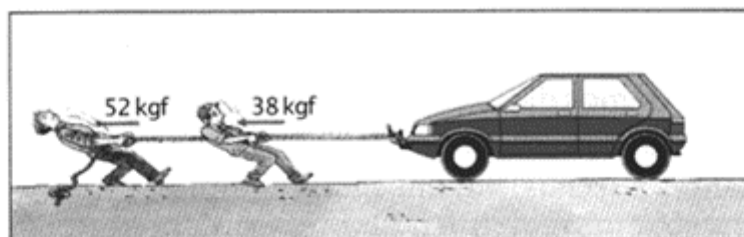


7. Num dia sem vento, a chuva cai verticalmente em relação ao solo com velocidade de V_c . Um carro se desloca horizontalmente com V_d em relação ao solo. Determine a direção e sentido da velocidade da chuva em relação ao carro na figura.



8. Calcule do vetor resultante nas situações abaixo:

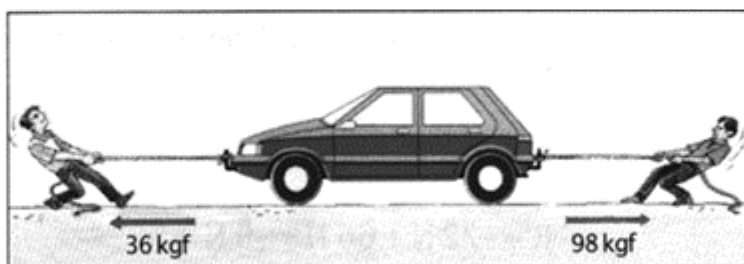
A)



Cálculos

Resposta: _____

B)



Cálculos

Resposta: _____

APÊNDICE C – Questionário e tutorial do Aplicativo de Realidade Aumentada IntroVectorsAR.

Aluno: _____			
Ano/ Série: _____	Turma: _____	Turno: _____	
Data: ____/____/____	Professor: _____	Disciplina: <u>Física</u>	

Atividade II – Resolver exercícios de vetores com base no simulador de realidade aumentada do material instrucional.

1. Tutorial de instalação do aplicativo IntroMecVectorAR

- 1.1. Baixar aplicativo de QR Code na loja virtual Play Store do seu celular com sistema operacional Android.
- 1.2. Instalar o Aplicativo do QR Code.
- 1.3. Abrir o aplicativo do QR Code
- 1.4. Aponte a câmera do seu celular para a figura 1.



Figura 1-Qr Code

- 1.5. O aplicativo vai direcionar para o site:
<http://www.thideias.com.br/intromecar/intromecar/introMecVectors3d.apk>
- 1.6. Clique no site para o download começar.
- 1.7. Instalar o aplicativo IntroMecVectors3d.apk.
- 1.8. Quando começar a instalação, vai pedir para entrar em configurações e habilitar instalação de aplicativos desconhecidos, isso acontece porque o aplicativo não está na loja virtual Play Store.

2. Manual de uso do aplicativo IntroMecVectorAR

- 2.1. O aplicativo contém quatro marcadores conforme a figura 2.

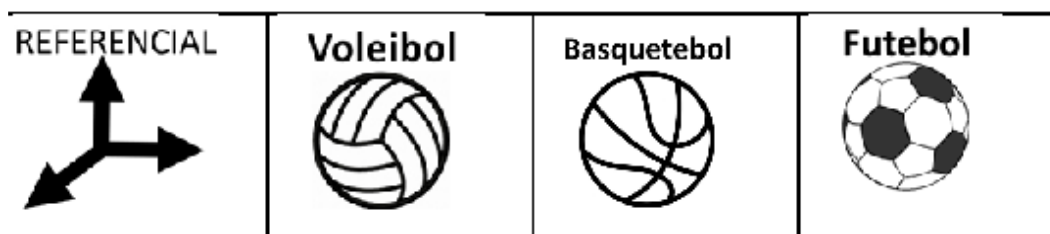


Figura 2-Marcadores

2.2. Clique no ícone da figura 3 para iniciar.



Figura 3-Ícone para iniciar o aplicativo

2.3. Interface do aplicativo IntroMecVectorAR

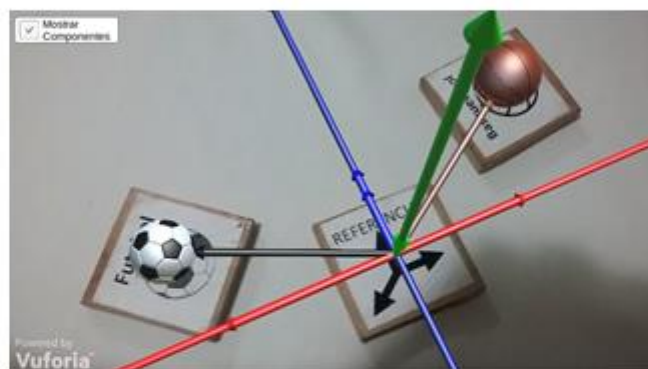


Figura 4-Interface

2.4. Eixos do referencial.



Figura 5-Marcador do referencial

Cor do eixo	Eixo
Vermelho	X
Azul	Y
Verde	Z

Tabela 1-Cores dos eixos

2.5-Para mostrar as componentes no referencial clique na caixa "Mostrar componentes" na parte superior a esquerda conforme a figura 6.

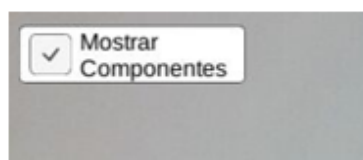


Figura 6- Caixa para mostrar as componentes



É hora de praticar!

1. Posicione o marcador do referencial no centro da mesa e o marcador da bola de futebol numa posição próxima ao referencial. O que acontece com o vetor quando desloca você o marcador da bola de futebol para longe do referencial?

2. Toque na caixa "Mostrar componentes" e explique o que acontece com as componentes X e Y quando aumentamos o ângulo em relação ao eixo x.

3. Toque na caixa "Mostrar componentes" para desmarcá-la. Depois, posicione um marcador de sua escolha (Futebol, Basquete ou Vôlei) próximo ao referencial. O que você observa com o vetor deslocamento do seu marcador quando giramos o referencial 90° no sentido horário?

4. Posicione um marcador de sua escolha (Futebol, Basquete ou Vôlei) próximo ao referencial. O que acontece com os vetores quando você gira o marcador 180° no sentido anti-horário, ao redor do referencial?

5- Toque na caixa "Mostrar componentes", explique o que fazer para realizar alterações na componente Z do vetor?

APÊNDICE D - Questionário e tutorial do simulador MecVectors3D - Car.

Aluno: _____			
Ano/ Série: _____	Turma: _____	Turno: _____	
Data: ____/____/____	Professor: _____	Disciplina: Física	

Atividade III – Estudo de Vetores com a utilização de um simulador de introdução a mecânica vetorial.

1. Manual de uso do Simulador do Automóvel (Introdução a mecânica Vetorial).

1.1. Clique na pasta Simulador do automóvel.

1.1.1. Clique duas vezes no ícone da figura 1.



Figura 1- Executável do Simulador do Automóvel

1.2. Interface do simulador.



Figura 2- Interface do simulador do automóvel

1.3. Caixas de instruções do simulador.

1.3.1. Aperte a tecla F1 para aparecer a caixa de Comandos.



Figura 3- Caixa de Comandos

1.3.1.1-Comandos do Carro e Esfera.

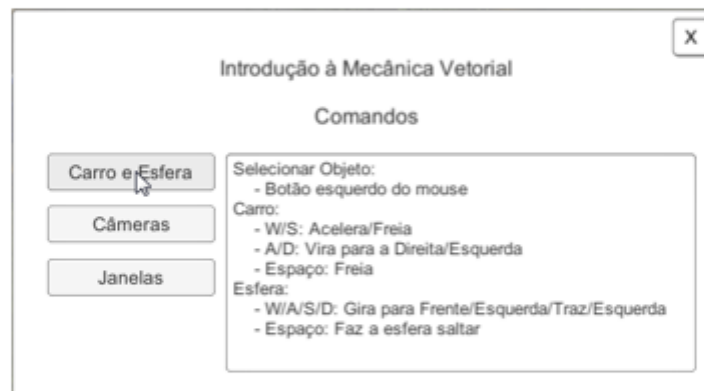


Figura 3.1-Caixa de comandos do Carro e Esfera

1.3.1.2-Comandos de Câmeras.

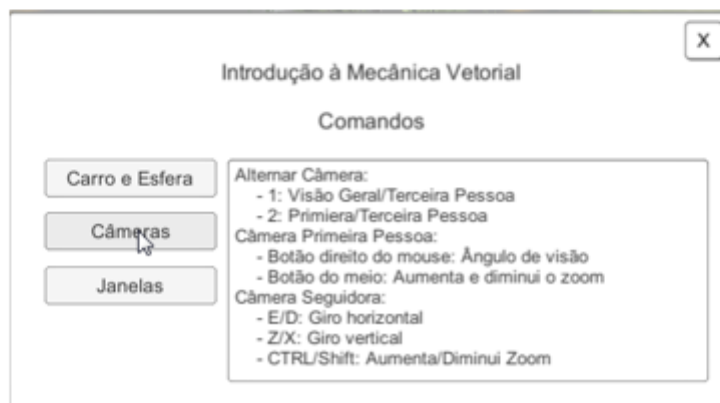


Figura 3.2-Caixa de comandos de Câmeras

1.3.1.3. Comandos de Janelas.

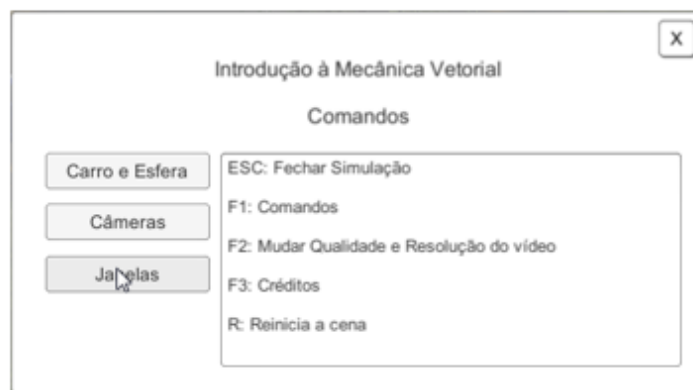


Figura 3.3-Caixa de comandos das Janelas

1.3.2. Aperte F2 para abrir a caixa de Resolução de Vídeo.

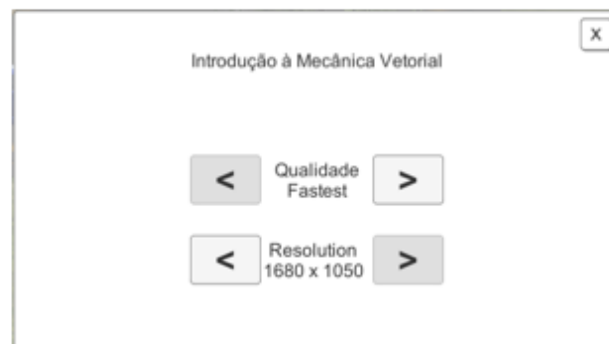


Figura 4-Caixa de resolução de vídeo

1.3.3. Aperte F3 para abrir a caixa de Créditos.

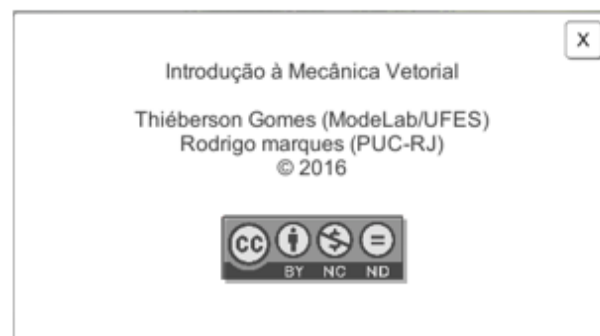


Figura 5- Caixa de Créditos

1.4. Clique no Carro ou na bola para começar.



Figura 6- Tela inicial do simulador



Figura 6.1-Dodge Viper GTS



Figura 6.2- Bola 2

1.5. Depois de selecionar um dos objetos, vai aparecer uma caixa de comandos de Vetores.



Figura 7.1- Caixa de Vetores do Carro

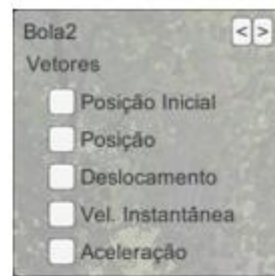


Figura 7.2-Caixa de Vetores da Bola

1.6. Os vetores terão como referencial um canteiro com uma árvore.



Figura 8- Referencial

1.7. Caixa de comandos de Vetores.

1.7.1. Clique na caixinha Posição Inicial para aparecer o vetor de Posição Inicial



Figura 8- Vetor Posição Inicial

1.7.2- Clique na caixinha Posição para aparecer o Vetor posição final.

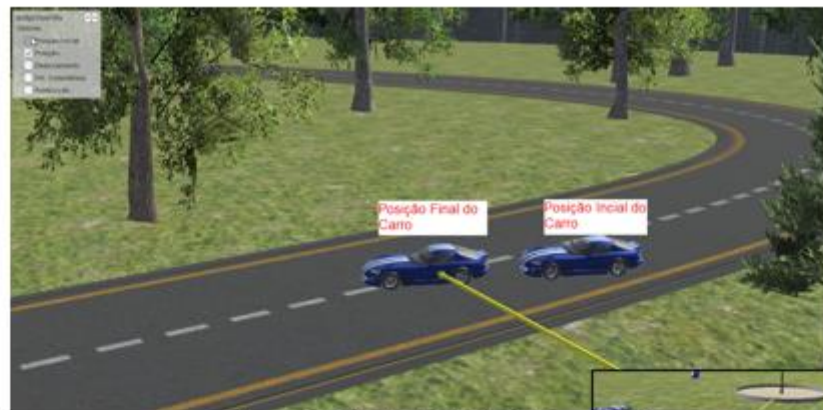


Figura 9- Vetor Posição Final do carro

1.7.3. Clique na caixinha Deslocamento para aparecer o Vetor Deslocamento em relação a sua posição inicial.



Figura 10- Vetor Deslocamento

1.7.3. Clique na caixinha Velocidade Instantânea para aparecer o vetor da Velocidade Instantânea do objeto selecionado.



Figura 11- Vetor da Velocidade Instantânea

1.7.4. Clique na caixinha Aceleração para aparecer o vetor aceleração do objeto selecionado.

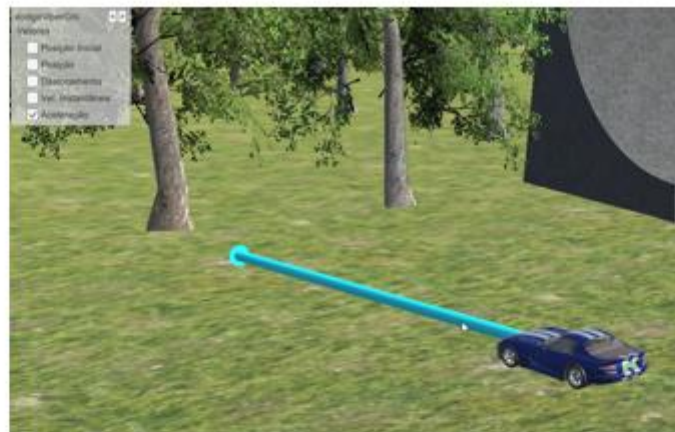


Figura 12.1- Vetor da Aceleração no carro

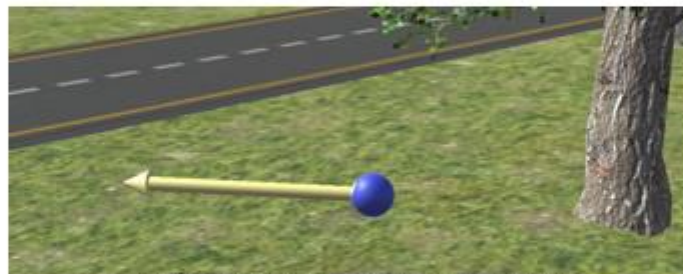


Figura 12.2- Vetor da Aceleração na bola

1.8. Cenários do Simulador do Automóvel.

1.8.1- Loop para realizar movimento circular.



Figura 13- Loop no cenário do simulador

1.8.2. Rampa Circular.



Figura 14- Cenário Rampa Circular

1.8.3. Semicircunferência para realizar movimento circular.

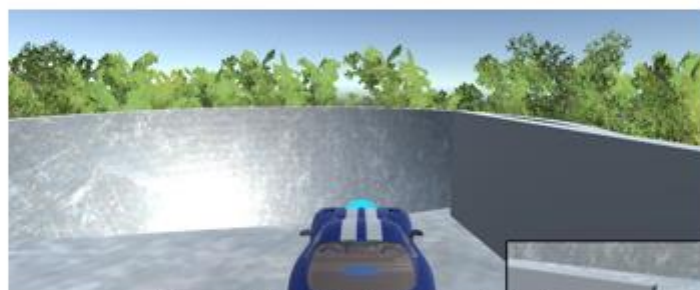


Figura 15- Cenário Semicircunferência

1.8.4- Rampa retilínea.



Figura 16- Cenário Rampa retilínea

1.9. Câmera posicionada em cima do objeto para visualização dos vetores.

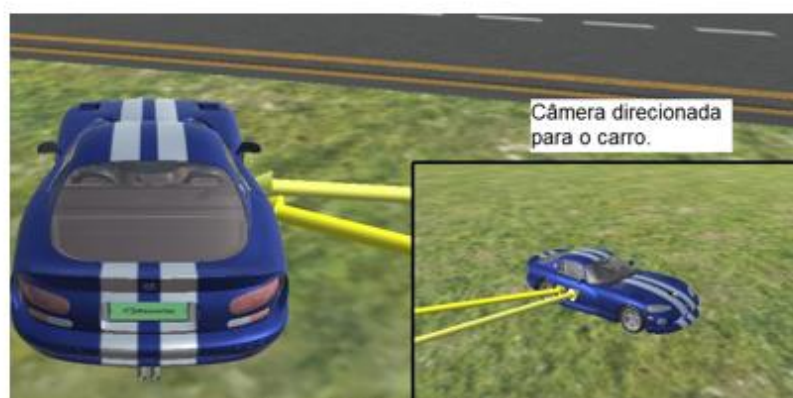


Figura 17- Câmera vista de cima

1.10. Legenda dos Vetores.

Vetores	Cor
Posição Inicial	Amarelo Neon
Posição	Amarelo Ouro
Deslocamento	Amarelo Claro
Velocidade Instantânea	Azul Escuro
Aceleração	Azul Claro no carro e Bege na bola

Figura 18- Tabela de cores dos Vetores



É hora de praticar!

1. Selecione o meio de locomoção para começar a diversão e responda:



()



()

A) Clique para mostrar os vetores Posição Inicial e Posição. O que acontece com esses vetores quando o objeto selecionado entra em movimento?

B) Qual a diferença entre estes dois vetores?

C) Clique para mostrar os vetores Posição Inicial, Posição e Deslocamento. Movimente o objeto selecionado e explique qual a relação entre estes três vetores?

2. Clique para esconder os vetores selecionados anteriormente. Agora, selecione o carro e clique para mostrar apenas o vetor Velocidade Instantânea.

A) O que ocorre com o vetor Velocidade Instantânea quando aceleramos (Seta para cima) e quando freamos o carro (Barra de espaços)?

B) Numa curva brusca, se o carro derrapa na pista, observe que o vetor não continua apontando para a frente do carro. Tente explicar por que isso acontece.

3. Selecione um dos objetos:



()



()

Clique para esconder os vetores selecionados anteriormente. Clique para mostrar o vetor Aceleração. Movimente o objeto selecionado e verifique o que ocorre com este vetor quando aceleramos e quando freamos.

4. Qual é a diferença entre os vetores Velocidade Instantânea e Aceleração?

5. Selecione a Bola. Clique para esconder os vetores selecionados anteriormente. Clique para mostrar os vetores Velocidade Instantânea e Aceleração. Movimente-a e pressione a barra de espaços para que ela pule. Indique a direção e sentido de cada vetor na subida e na descida.

6. Existe alguma relação entre vetor aceleração e gravidade? Justifique.

APÊNDICE E - Questionário e tutorial do Simulador CannonLauncher3D.

Aluno: _____			
Ano/ Série: _____	Turma: _____	Turno: _____	
Data: ____/____/____	Professor: _____	Disciplina: Física	

Atividade IV – Estudo de vetores com a utilização de um simulador de Lançamento de Projéteis.

1. Manual de uso do Simulador do Canhão.

1.1. Clique na pasta Simulador do Lançamento de Projéteis (Lançamento Oblíquo 3D).

1.1.1. Clique duas vezes no ícone da figura 1.



Figura 1- Executável do Simulador de Lançamento de Projéteis

1.2. Interface do simulador.

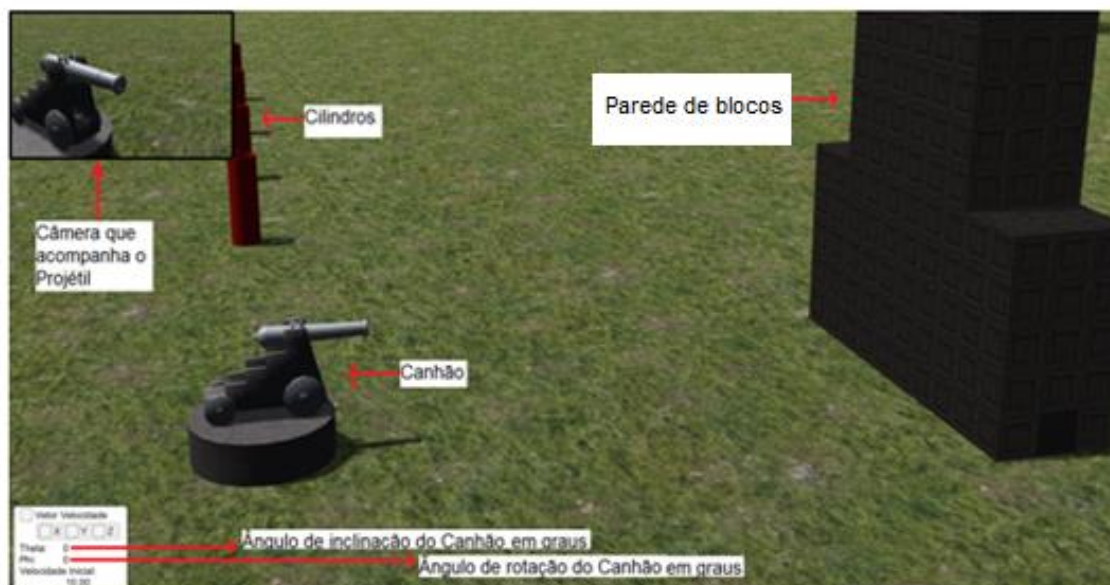


Figura 2- Interface do simulador de Lançamento de Projéteis

1.3. Caixas de instruções do simulador.

1.3.1. Aperte a tecla F2 para aparecer a caixa de Comandos.



Figura 3- Caixa de Comandos

1.3.1.1-Comandos do Canhão.

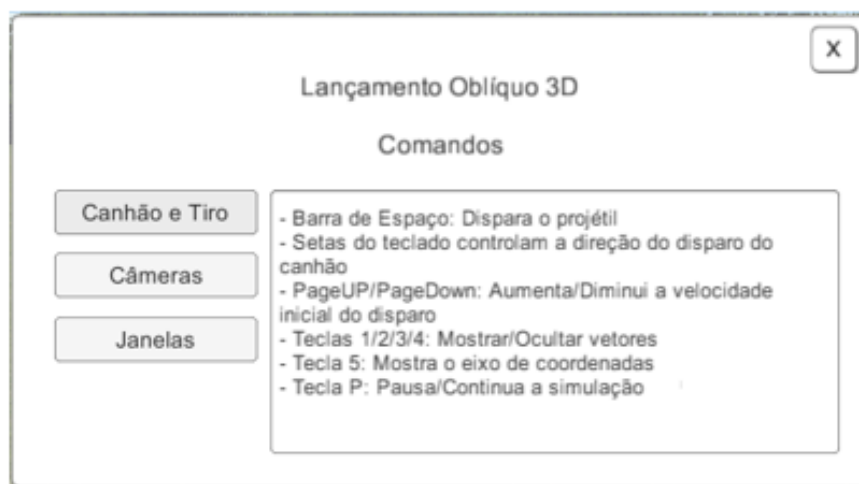


Figura 3.1-Caixa de comandos do Canhão

1.3.1.2-Comandos de Câmeras.



Figura 3.2-Caixa de comandos de Câmeras

1.3.1.3. Comandos de Janelas.



Figura 3.3-Caixa de comandos das Janelas

1.3.2. Aperte F3 para abrir a caixa de Resolução de Vídeo.



Figura 4-Caixa de resolução de vídeo

1.3.3. Aperte F1 para abrir a caixa de Créditos.



Figura 5- Caixa de Créditos

1.4. Para selecionar os vetores da figura 6 segue a tabela.

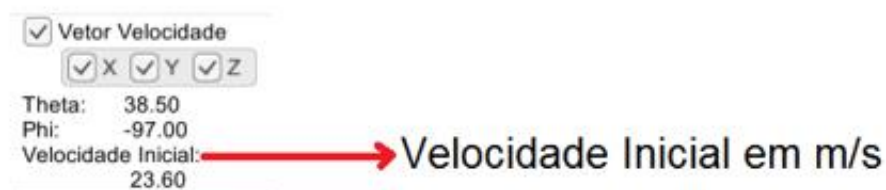


Figura 6.1- Caixa do Vetor Velocidade

Vetor	Tecla	Cor
Vetor Velocidade(Resultante)	1	Vermelho Escuro
Componente X do Vetor Velocidade	2	Vermelho Claro
Componente Y do Vetor Velocidade	3	Verde
Componente Z do Vetor Velocidade	4	Azul

Figura 6.2-Tabela de Vetores

1.5. Para sair do simulador aperte a tecla Esc e clique em confirmar.



Figura 19- Finalizar o simulador



É hora de praticar!

1. Clique para mostrar apenas o Vetor Velocidade. Execute um disparo com a **Barra de Espaços** e, através da câmera que acompanha o projétil, descreva o que acontece com o vetor durante todo percurso.

2. Clique para mostrar o Vetor Velocidade e sua componente X. Execute um disparo com a **Barra de Espaços** e, através da câmera que acompanha o projétil, descreva o que acontece com o vetor da componente X durante todo o percurso.

3. Clique para mostrar o Vetor Velocidade e sua componente Y. Execute um disparo com a **Barra de Espaços** e, através da câmera que acompanha o projétil, descreva o que acontece com o vetor da componente Y durante todo o percurso.

4. Modifique a velocidade do projétil e o ângulo de inclinação, com o objetivo de destruir a parede de blocos. Escreva abaixo quais as modificações foram feitas nos valores de Theta e Velocidade Inicial para atingir o objetivo.

5. Estabeleça uma velocidade de 20 m/s. Incline o canhão em um ângulo próximo a 30 graus. Execute um disparo e observe o alcance do projétil. Repita o procedimento para 45 graus e 60 graus. O que você observou que aconteceu com o alcance do projétil em relação aos 3 disparos?

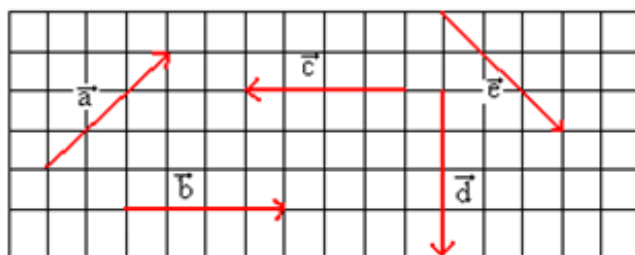
6. Gire o canhão para um ângulo $\Phi = -90$ graus. Modifique a Velocidade para 20 m/s e o ângulo Θ para 29.5 graus e perceba que o projétil acerta o terceiro cilindro. Sem modificar a Velocidade, encontre um outro ângulo Θ que também permita ao projétil acertar o terceiro cilindro. Há alguma relação entre esses valores?

APÊNDICE F – Questionário Conceitual de Vetores do Material Instrucional.

Aluno: _____	
Ano/ Série: _____	Turma: _____ Turno: _____
Data: ____/____/____	Professor: _____ Disciplina: Física

Atividade V – Resolver exercícios de vetores com base nos conceitos explorados nesse material instrucional.

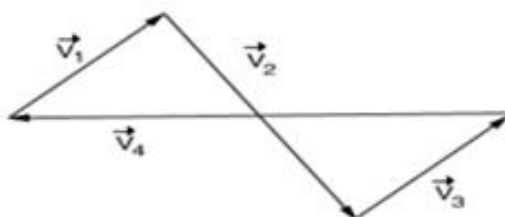
1. Dados os vetores \vec{a} , \vec{b} , \vec{c} , \vec{d} e \vec{e} , abaixo representado, obtenha graficamente os vetores \vec{x} e \vec{y} .



A) $\vec{x} = \vec{a} + \vec{b} + \vec{d}$

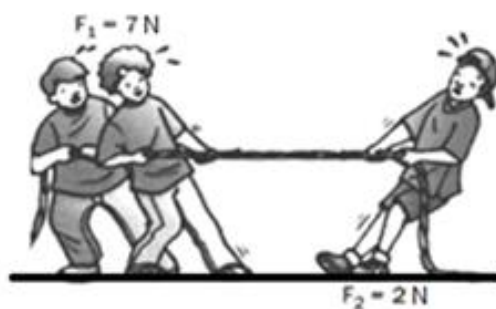
B) $\vec{y} = 2\vec{b} - \vec{d} + \vec{e}$

2. (UnB-DF) Sobre a composição dos vetores a seguir podemos dizer que:



- A) $\vec{v}_1 + \vec{v}_2 + \vec{v}_3 = \vec{v}_4$.
 B) $\vec{v}_1 + \vec{v}_2 + \vec{v}_3 + \vec{v}_4 = \vec{0}$.
 C) $\vec{v}_1 + \vec{v}_2 + \vec{v}_3 \neq -\vec{v}_4$.
 D) $\vec{v}_4 + \vec{v}_1 + \vec{v}_2 = \vec{v}_3$.

3. A figura representa três crianças brincando de cabo de guerra, sendo que duas crianças juntas puxam a corda para a esquerda com uma força $F_1 = 7 \text{ N}$ e a outra aplica uma força de $F_2 = 2 \text{ N}$. Determine a intensidade da força resultante.



R: _____

4. (UEFS) A figura mostra a trajetória descrita pelo míssil Scud, uma arma utilizada pelo Iraque, no conflito ocorrido no Golfo Pérsico, entre janeiro e fevereiro de 1991. Considerando-se como sendo parabólica a trajetória do míssil lançado com velocidade v , que forma um ângulo θ com a superfície horizontal, pode-se concluir que a velocidade do míssil, no apogeu, tem módulo igual a:

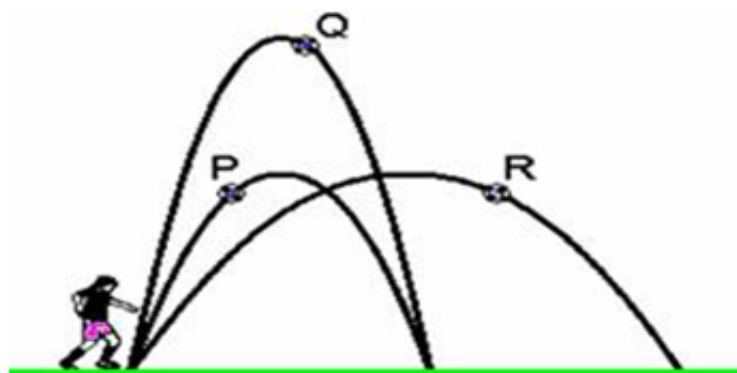


- A) zero
- V) v
- C) $v \sin \theta$
- D) $v \cos \theta$
- E) $v \tan \theta$

5. (PUCMG) Um corpo é lançado obliquamente sobre a superfície da Terra. Qual o vetor que melhor representa a resultante das forças que atuam no corpo, durante todo o percurso, é:

- A) \uparrow
- B) \searrow
- C) \swarrow
- D) \rightarrow
- E) \downarrow

6. (UFMG) Clarissa chuta, em sequência, três bolas P, Q e R, cujas trajetórias estão representadas nesta figura:



Sejam $t(P)$, $t(Q)$ e $t(R)$ os tempos gastos, respectivamente, pelas bolas P, Q e R, desde o momento do chute até o instante em que atingem o solo.

Considerando-se essas informações, é CORRETO afirmar que:

A) $t(Q) > t(P) = t(R)$

B) $t(R) > t(Q) = t(P)$

C) $t(Q) > t(R) > t(P)$

D) $t(R) > t(Q) > t(P)$

E) $t(R) = t(Q) = t(P)$

7. Ter usado os simuladores te ajudou a resolver estas questões?

() Nada

() Pouco

() Muito

APÊNDICE G - Questionário de opinião do Material Instrucional.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - PPGEFis

Prezado Aluno,

Solicito a sua contribuição para o preenchimento dessa avaliação. Esse questionário tem o objetivo de avaliar o material instrucional. Queremos saber sua opinião a respeito de alguns aspectos que foram abordados.

NÃO há respostas corretas. O importante é que sua resposta reflita *sua* opinião franca em cada questão.

O resultado desta avaliação **NÃO** será computado em sua nota.

Assim, responda as questões de acordo com a seguinte escala:

1	2	3	4	5
Discordo plenamente	Discordo parcialmente	Não concordo nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo plenamente

Questões	1	2	3	4	5
Questão 1. Esta proposta é adequada para utilização de ferramentas computacionais no estudo de Vetores.					
Questão 2. A utilização de applets e simulações, como forma de ilustrar dinamicamente os fenômenos que foram discutidos, permitiram um melhor entendimento dos conceitos abordados no material instrucional.					
Questão 3. O applet e simulações utilizados possibilitaram observar aspectos sobre o fenômeno que estavam descritos no material instrucional					
Questão 4. Os questionários apresentados auxiliaram no entendimento dos aspectos abordados no material instrucional.					
Questão 5. Os tutoriais da simulação são úteis para o delineamento de atividades envolvendo ferramentas computacionais de simulação e visualização.					

APÊNDICE H- Termo de consentimento de menores de 18 anos



TERMO DE CONSENTIMENTO E ESCLARECIMENTO (MENORES DE 18 ANOS)

Caro Responsável/Representante Legal; Gostaria de obter o seu consentimento para o estudante _____ participar como voluntário da pesquisa intitulada “SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS 3D COMO FERRAMENTAS DE APOIO AO ENSINO DE FÍSICA” que se refere a um trabalho de MESTRADO. O objetivo deste estudo é investigar as potencialidades da utilização de simulações no ensino de vetores. Os resultados contribuirão para um aprimoramento de estratégias didáticas voltadas para o ensino de Física. Buscando colaborar para a integração de simulações computacionais como ferramenta de apoio à abordagem de fenômenos físicos, este trabalho desenvolverá um material instrucional utilizando simulações computacionais em 3D para a abordagem de conceitos de cinemática vetorial. O participante não terá nenhum tipo de despesa com o estudo e, em qualquer etapa do mesmo.

Estou ciente que:

- I) Tenho a liberdade de desistir ou interromper a colaboração do estudante neste estudo no momento em que desejar, sem necessidade de qualquer explicação;
- II) A desistência não causará nenhum prejuízo a mim, nem ao estudante;
- III) Os resultados obtidos durante este ensaio serão mantidos em sigilo, mas concordo que sejam divulgados em publicações científicas, desde que nem o meu nome nem o do aluno sejam mencionados;
- IV) Caso eu desejar, poderei tomar conhecimento dos resultados ao final desta pesquisa.
- V) Os registros do estudo serão obtidos apenas após o consentimento do responsável legal, e a identidade do aluno mantida em total sigilo.

Eu _____ (nome do responsável ou representante legal), portador do RG _____ concordo de livre e espontânea vontade que o menor _____ (nome do estudante) nascido(a) em ____ / ____ / ____, participe do estudo, e esclareço que obtive todas informações necessárias.

Participante: _____

Assinatura do participante: _____

Este documento será elaborado em duas vias, permanecendo uma com o participante e outra com o pesquisador responsável.

Pesquisador Responsável pelo Projeto: Prof. Eduardo Nascimento Saib
Orientador da pesquisa: Prof. Dr. Thiéberson da Silva Gomes
Instituição: Universidade Federal do Espírito Santo - UFES Campus Goiabeiras, Av Fernando Ferrari, 514 | Bairro Goiabeiras | CEP: 29075-910 | Goiabeiras – ES

APÊNDICE I- Material do professor

Aluno: _____		
Ano/ Série: 1ª E.M.	Turma: _____	Turno: _____
Data: ____/____/____	Professor: _____	Disciplina: Física

Atividade I – Resolver exercícios básicos de vetores com base nos conceitos explorados nesse material instrucional.

D5- Entender os conceitos de direção, sentido e deslocamento, utilizando-os como ferramenta na resolução de situações problema.

1. Qual a diferença entre direção e sentido?

D1- Definir grandezas escalares e vetoriais.

2. Qual a diferença entre vetor velocidade e velocidade escalar?

D4- Utilizar modelos físicos, que envolvam vetores, para análise e solução de problemas

3. Por que é importante o estudo de vetores na Física?

D3- Dominar regras, operações matemáticas e manipulações envolvendo vetores.

4. A soma de dois vetores de módulos diferentes pode ser nula? Tente explicar.

D3- Dominar regras, operações matemáticas e manipulações envolvendo vetores.

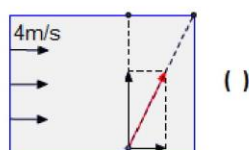
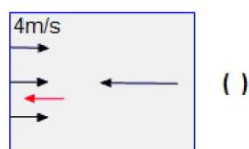
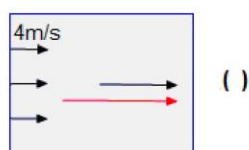
5. Um barco está com motor funcionando em regime constante; sua velocidade em relação a água é 4 m/s constante. A correnteza do rio movimenta-se em relação as margens com velocidade constante.

Observe cada uma das figuras abaixo e associe ao item que melhor represente a situação problema de vetores proposta nas situações. (O vetor vermelho representa a solução do problema-vetor resultante).

A) o barco navega a 10 m/s em relação à margem do rio e em sentido contrário da correnteza;

B) o barco navega a 10 m/s em relação à margem do rio e no próprio sentido da correnteza;

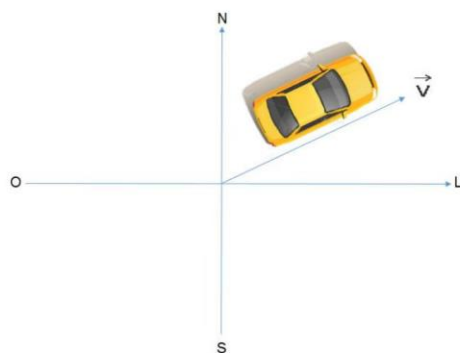
C) o barco movimenta-se indo de um ponto a outro com velocidade de 12 m/s situado exatamente em frente, na margem oposta.



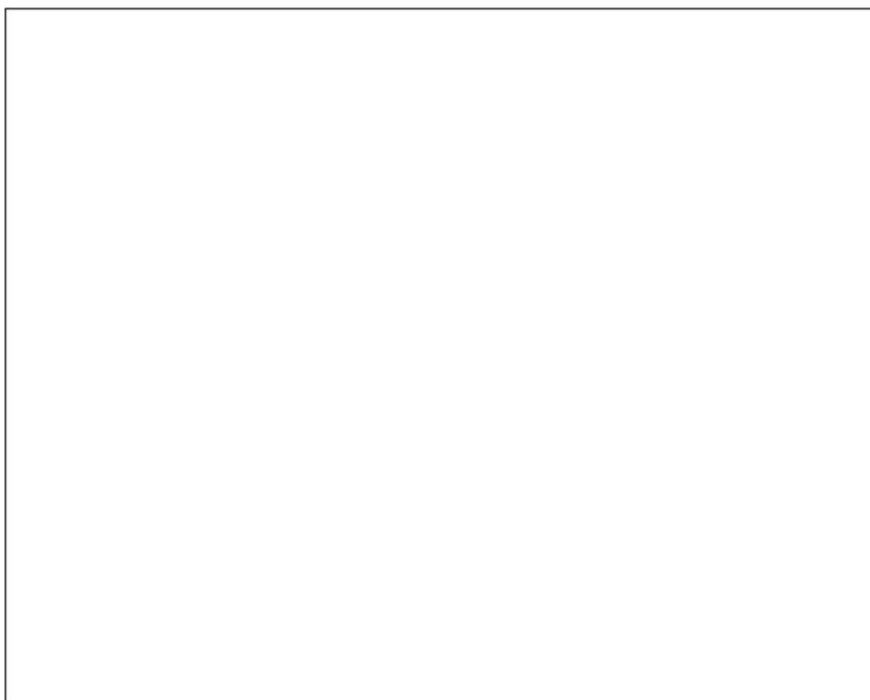
D8- Analisar as características de um movimento a partir da decomposição do movimento em duas direções perpendiculares

6. Um carro se desloca numa direção que faz um ângulo de 30° com a direção Leste-Oeste, com velocidade de V , conforme afigura.

A) Esboce no plano as componentes da velocidade do carro nas direções Norte-Sul e Leste-Oeste.

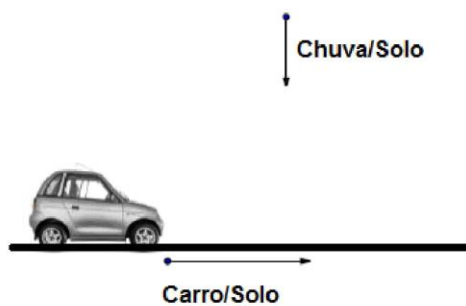


B) Esboce um novo desenho com as componentes da velocidade se o carro se deslocar com a mesma velocidade, numa direção que faz um ângulo de 150° com a direção Leste-Oeste.



D5- Entender os conceitos de direção, sentido e deslocamento, utilizando-os como ferramenta na resolução de situações problema.

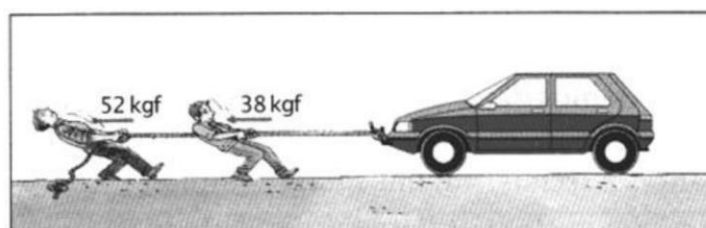
7. Num dia sem vento, a chuva cai verticalmente em relação ao solo com velocidade de V_c . Um carro se desloca horizontalmente com V'_c em relação ao solo. Determine a direção e sentido da velocidade da chuva em relação ao carro na figura.



D3- Dominar regras, operações matemáticas e manipulações envolvendo vetores.

8. Calcule do vetor resultante nas situações abaixo:

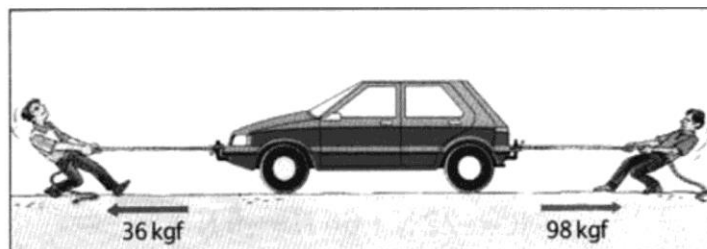
A)



Cálculos

Resposta: _____

B)



Cálculos

Resposta: _____



É hora de praticar!

D4- Utilizar modelos físicos, que envolvam vetores, para análise e solução de problemas

1. Posicione o marcador do referencial no centro da mesa e o marcador da bola de futebol numa posição próxima ao referencial. O que acontece com o vetor quando desloca você o marcador da bola de futebol para longe do referencial?

D3- Dominar regras, operações matemáticas e manipulações envolvendo vetores.

2. Toque na caixa “Mostrar componentes” e explique o que acontece com as componentes X e Y quando aumentamos o ângulo em relação ao eixo x.

D5- Entender os conceitos de direção, sentido e deslocamento, utilizando-os como ferramenta na resolução de situações problema.

3. Toque na caixa “Mostrar componentes” para desmarcá-la. Depois, posicione um marcador de sua escolha (Futebol, Basquete ou Vôlei) próximo ao referencial. O que você observa com o vetor deslocamento do seu marcador quando giramos o referencial 90° no sentido horário?

D4- Utilizar modelos físicos, que envolvam vetores, para análise e solução de problemas

4. Posicione um marcador de sua escolha (Futebol, Basquete ou Vôlei) próximo ao referencial. O que acontece com os vetores quando você gira o marcador 180° no sentido anti-horário, ao redor do referencial?

D8- Analisar as características de um movimento a partir da decomposição do movimento em duas direções perpendiculares

5- Toque na caixa "Mostrar componentes", explique o que fazer para realizar alterações na componente Z do vetor?



É hora de praticar!

D5- Entender os conceitos de direção, sentido e deslocamento, utilizando-os como ferramenta na resolução de situações problema.

1. Selecione o meio de locomoção para começar a diversão e responda:



()



()

A) Clique para mostrar os vetores Posição Inicial e Posição. O que acontece com esses vetores quando o objeto selecionado entra em movimento?

B) Qual a diferença entre estes dois vetores?

C) Clique para mostrar os vetores Posição Inicial, Posição e Deslocamento. Movimente o objeto selecionado e explique qual a relação entre estes três vetores?

D5- Entender os conceitos de direção, sentido e deslocamento, utilizando-os como ferramenta na resolução de situações problema.

2. Clique para esconder os vetores selecionados anteriormente. Agora, selecione o carro e clique para mostrar apenas o vetor Velocidade Instantânea.

A) O que ocorre com o vetor Velocidade Instantânea quando aceleramos (Seta para cima) e quando freamos o carro (Barra de espaços)?

B) Numa curva brusca, se o carro derrapa na pista, observe que o vetor não continua apontando para a frente do carro. Tente explicar por que isso acontece.

D5- Entender os conceitos de direção, sentido e deslocamento, utilizando-os como ferramenta na resolução de situações problema.

3. Selecione um dos objetos:



()



()

Clique para esconder os vetores selecionados anteriormente. Clique para mostrar o vetor Aceleração. Movimente o objeto selecionado e verifique o que ocorre com este vetor quando aceleramos e quando freamos.

D2- Identificar os diferentes tipos de grandezas físicas envolvidas em textos e em resolução de questões.

4. Qual é a diferença entre os vetores Velocidade Instantânea e Aceleração?

D5- Entender os conceitos de direção, sentido e deslocamento, utilizando-os como ferramenta na resolução de situações problema.

5. Selecione a Bola. Clique para esconder os vetores selecionados anteriormente. Clique para mostrar os vetores Velocidade Instantânea e Aceleração. Movimente-a e pressione a barra de espaços para que ela pule. Indique a direção e sentido de cada vetor na subida e na descida.

D2- Identificar os diferentes tipos de grandezas físicas envolvidas em textos e em resolução de questões.

6.Existe alguma relação entre vetor aceleração e gravidade? Justifique.



É hora de praticar!

D8- Analisar as características de um movimento a partir da decomposição do movimento em duas direções perpendiculares

1. Clique para mostrar apenas o Vetor Velocidade. Execute um disparo com a **Barra de Espaços** e, através da câmera que acompanha o projétil, descreva o que acontece com o vetor durante todo percurso.

D7- Reconhecer o movimento de projéteis em situações cotidianas.

2. Clique para mostrar o Vetor Velocidade e sua componente X. Execute um disparo com a **Barra de Espaços** e, através da câmera que acompanha o projétil, descreva o que acontece com o vetor da componente X durante todo o percurso.

D7- Reconhecer o movimento de projéteis em situações cotidianas.

3. Clique para mostrar o Vetor Velocidade e sua componente Y. Execute um disparo com a **Barra de Espaços** e, através da câmera que acompanha o projétil, descreva o que acontece com o vetor da componente Y durante todo o percurso.

D3- Dominar regras, operações matemáticas e manipulações envolvendo vetores

4. Modifique a velocidade do projétil e o ângulo de inclinação, com o objetivo de destruir a parede de blocos. Escreva abaixo quais as modificações foram feitas nos valores de Theta e Velocidade Inicial para atingir o objetivo.

D3- Dominar regras, operações matemáticas e manipulações envolvendo vetores

5. Estabeleça uma velocidade de 20 m/s. Incline o canhão em um ângulo próximo a 30 graus. Execute um disparo e observe o alcance do projétil. Repita o procedimento para 45 graus e 60 graus. O que você observou que aconteceu com o alcance do projétil em relação aos 3 disparos?

D4- Utilizar modelos físicos, que envolvam vetores, para análise e solução de problemas

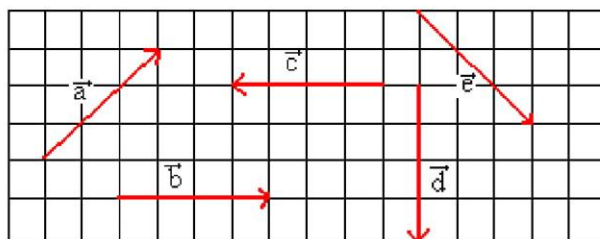
6. Gire o canhão para um ângulo $\Phi = -90$ graus. Modifique a Velocidade para 20 m/s e o ângulo Θ para 29.5 graus e perceba que o projétil acerta o terceiro cilindro. Sem modificar a Velocidade, encontre um outro ângulo Θ que também permita ao projétil acertar o terceiro cilindro. Há alguma relação entre esses valores?

Aluno: _____
 Ano/ Série: 1ª E.M. _____ Turma: _____ Turno: _____
 Data: ____/____/____ Professor: _____ Disciplina: Física _____

Atividade V – Resolver exercícios de vetores com base nos conceitos explorados nesse material instrucional.

D3- Dominar regras, operações matemáticas e manipulações envolvendo vetores.

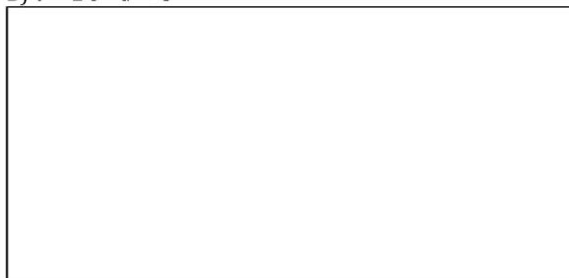
1. Dados os vetores \vec{a} , \vec{b} , \vec{c} , \vec{d} e \vec{e} , abaixo representado, obtenha graficamente os vetores \vec{x} e \vec{y} .



A) $\vec{x} = \vec{a} + \vec{b} + \vec{d}$

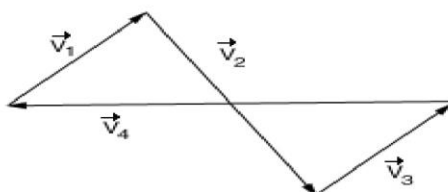


B) $\vec{y} = 2\vec{b} - \vec{d} + \vec{e}$



D3- Dominar regras, operações matemáticas e manipulações envolvendo vetores.

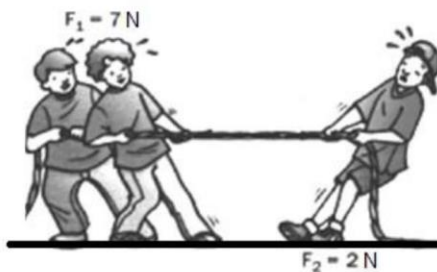
2. (UnB-DF) Sobre a composição dos vetores a seguir podemos dizer que:



- A) $\vec{v}_1 + \vec{v}_2 + \vec{v}_3 = \vec{v}_4$.
 B) $\vec{v}_1 + \vec{v}_2 + \vec{v}_3 + \vec{v}_4 = \vec{0}$.
 C) $\vec{v}_1 + \vec{v}_2 + \vec{v}_3 \neq -\vec{v}_4$.
 D) $\vec{v}_4 + \vec{v}_1 + \vec{v}_2 = \vec{v}_3$.

D4- Utilizar modelos físicos, que envolvam vetores, para análise e solução de problemas

3. A figura representa três crianças brincando de cabo de guerra, sendo que duas crianças juntas puxam a corda para a esquerda com uma força $F_1 = 7 \text{ N}$ e a outra aplica uma força de $F_2 = 2 \text{ N}$. Determine a intensidade da força resultante.



R: _____

D8- Analisar as características de um movimento a partir da decomposição do movimento em duas direções perpendiculares

4. (UEFS) A figura mostra a trajetória descrita pelo míssil Scud, uma arma utilizada pelo Iraque, no conflito ocorrido no Golfo Pérsico, entre janeiro e fevereiro de 1991. Considerando-se como sendo parabólica a trajetória do míssil lançado com velocidade v , que forma um ângulo θ com a superfície horizontal, pode-se concluir que a velocidade do míssil, no apogeu, tem módulo igual a:



- A) zero
- V) v
- C) $v \sin \theta$
- D) $v \cos \theta$
- E) $v \tan \theta$

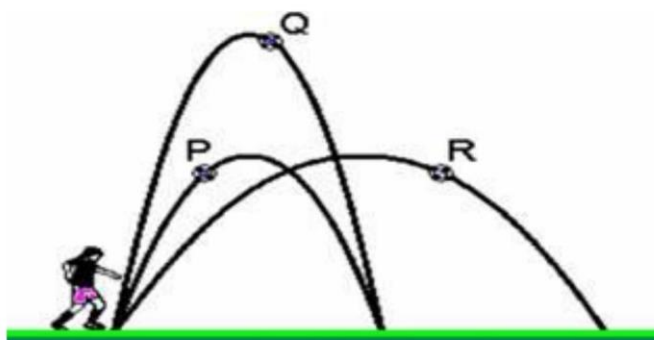
D5- Entender os conceitos de direção, sentido e deslocamento, utilizando-os como ferramenta na resolução de situações problema.

5. (PUCMG) Um corpo é lançado obliquamente sobre a superfície da Terra. Qual o vetor que melhor representa a resultante das forças que atuam no corpo, durante todo o percurso, é:

- A) \uparrow
- B) \searrow
- C) \swarrow
- D) \rightarrow
- E) \downarrow

D9- Determinar a velocidade, aceleração e a posição de um projétil.

6. (UFMG) Clarissa chuta, em sequência, três bolas P, Q e R, cujas trajetórias estão representadas nesta figura:



Sejam $t(P)$, $t(Q)$ e $t(R)$ os tempos gastos, respectivamente, pelas bolas P, Q e R, desde o momento do chute até o instante em que atingem o solo.

Considerando-se essas informações, é CORRETO afirmar que:

- A) $t(Q) > t(P) = t(R)$
- B) $t(R) > t(Q) = t(P)$
- C) $t(Q) > t(R) > t(P)$
- D) $t(R) > t(Q) > t(P)$
- E) $t(R) = t(Q) = t(P)$

7. Ter usado os simuladores te ajudou a resolver estas questões?

() Nada

() Pouco

() Muito